



EESTI MAAÜLIKOOL

Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

Magnus Järve

**ÜKSIK- VÕI KAKSIKVASIKA SÜNNITANUD LEHMADE
ENDOKRIINSED JA AINEVAHETUSLIKUD PROFIILID JA
SIGIVUS**

ENDOCRINE AND METABOLIC PROFILES, AND REPRODUCTIVE
PERFORMANCE IN COWS CALVING TWINS OR SINGLETONS

Väitekirj magistrikraadi taotlemiseks loomakasvatuse erialal

Juhendaja: professor dr (vet med) Andres Valdmann

Tartu 2018

LÜHIKOKKUVÕTE

Kaksikute sünd piimalehmadel on ebasoovitav kuna kaksikute sünni puhul esineb rohkem sigimisprobleeme. Magistritöös võrreldi sigimisinäitajaid, ainevahetuslikke ja endokriinseid profiile holsteini tõugu lehmadel, kellel sündisid kaksikud ($n=8$) või üks vasikas ($n=111$).

Vereproovid koguti kaks nädalat enne poegimist ning üks nädal ja kolm nädalat pärast poegimist. Lehmadel diagnoositi rasked poegimised, päramiste peetuse esinemine, emakapõletikud. Lisaks diagnoositi mastiidid, kliiniline hüpokaltseemia ja tugev longe. Ainevahetushormoonide ja põletikumarkeri seerumi albumiini A kontsentratsioonid määrati ELISA meetodiga, vereplasma metaboliitide kontsentratsioonid määrati vastavate kommertsiaalsete reaktiivide komplektidega kolorimeetriliselt autoanalüsaatoril.

Üksikvasika sünnitanud lehmadel oli kliiniliselt haigeid loomi 51,4% ja kaksikvasika sünnitanud lehmadel olid kõik loomad kliiniliselt haiged ($P=0,008$). Kaksikvasikate sünni puhul esines enam abi vajavaid poegimisi, kui üksikvasikate sünni puhul (25% vs. 5,4%; $P=0,09$). Emakapõletike (metriidi, mädase tupenõre ja tsütoloogilise endometriidi) esinemus oli suurem kaksikud sünnitanud lehmadel kui ühe vasika sünnitanud lehmadel (87,5% vs. 46,0%; $OR = 8,3$; $P = 0,03$). Mediaan ajavahemik poegimisest esimese seemendamiseni ja tiinestumiseni oli pikem kaksikud sünnitanud lehmadel kui ühe vasika ilmale toonud lehmadel (90,0 vs. 85,5; $P = 0,01$ ja 219 vs. 113; $P=0,04$). Dispersioonanalüüsi (ANOVA) tulemustest selgus, et kaksikud sünnitanud lehmadel oli madalam insuliinisarnase kasvufaktor-1 (IGF1), insuliini ning albumiini kontsentratsioon vereplasmas ($P<0,05$) ja kõrgem esterifitseerimata vabade rasvhapete (NEFA) ja haptoglobiini sisaldus vereplasmas ($P<0,05$).

Tulemustest järeldub, et kaksikute vanematel esines rohkem ainevahetuslikke ja endokriinseid probleeme enne ja pärast poegimist ning neil oli esimesel poegimisjärgsel nädalal tugevam süsteemse põletikureaktsiooni tase. Kaksikute vanematel oli suurem tõenäosus haigestuda emakapõletikesse ning neil oli suurenenud haiguste esinemus. Suurem emaka vigastamise oht poegimise ajal, koos metaboolse ja endokriinse düsbalansiga üleminekuperioodil, muudab kaksikute vanemad emakapõletikele vastuvõtlikuks, mis omakorda on seotud madalama sigivusega.

ABSTRACT

Twinning in dairy cattle is undesirable because twin-calved cows show reduced reproductive performance. The master's thesis compared fertility measures, metabolic and endocrine profiles of multiparous Holstein twin-calved cows ($n = 8$) with their single-calved herdmates ($n = 111$).

Blood was collected on wk 2 prepartum, wk 1, and wk 3 postpartum. Difficult calvings, retained placentas and uterine inflammations were diagnosed. In addition to that, mastitis, clinical hypocalcemia and severe lameness were diagnosed. The concentrations of metabolic hormones and the inflammation marker serum amyloid A were determined using ELISA method; the concentrations of blood plasma metabolites were determined colorimetrically using the corresponding commercial reagent sets in an autoanalyzer.

Of the single calved cows 51.4% were clinically ill and all twin-calved cows were clinically ill ($P = 0.008$). Twin-calved cows required more assistance in the calving process than single-calved cows (25% vs. 5.4%; $P = 0.09$). Twin-calved cows suffered more frequently from uterine inflammatory diseases – metritis, purulent vaginal discharge, and cytological endometritis when compared to single-calved cows (87.5% vs. 46.0%; $OR = 8.3$; $P = 0.03$). Median days from calving to 1st artificial insemination and to pregnancy was longer for twin-calved cows than single-calved cows (90.0 vs. 85.5; $P = 0.01$ and 219 vs. 113; $P = 0.04$, respectively). Dispersion analysis ANOVA revealed lower plasma insulin-like growth factor 1 (IGF1), insulin, and albumin ($P < 0.05$), and higher nonesterified fatty acids (NEFA) and haptoglobin ($P < 0.05$) for twin-calved than for single-calved cows.

The results suggest that twin-calved cows are in deeper metabolic and endocrine imbalance pre- and postpartum, and have higher degree of systemic inflammation at wk 1 postpartum than single-calved cows. Twin-calved cows were at higher risk to develop uterine inflammatory diseases and they suffered from diseases more frequently. Higher probability for uterine injuries at calving in twin-calved cows along with metabolic and endocrine imbalance during the periparturient period makes them more receptive to uterine inflammatory diseases, which in turn is associated with lower fertility.

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud töö iseseisvalt. Kõik kasutatud teiste autorite tööd, olulised sisukohad kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

.....

Magnus Järve

Kaitsmisele lubatud(kuupäev)

Juhendajad.....professor dr (ved med) Andres Valdmann

Magistritöö avalik kaitsmine toimub 30.05.2018 kell 9:00 Kreutzwaldi 62 ruumis A201

SISUKORD

LÜHIKOKKUVÕTE	2
ABSTRACT	3
AUTORIDEKLARATSIOON	4
SISUKORD	5
SISSEJUHATUS	7
TÄNUAVALDUSED	8
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	9
1.1 KAKSIKUTE SÜNNI NEGATIIVNE MÕJU PIIMALEHMADELE	9
1.2 KAKSIKUTE ESINEMUS PIIMAKARJADES	10
2. KAKSIKUTE MÕJU EMASORGANISMILE, VASIKALE JA FRIIMARTINISM....	14
2.1 KAKSIKUTE MÕJU EMASORGANISMILE	14
2.2 FRIIMARTINISM	15
3. KAKSIKUTE TÜÜBID	16
3.1 MONOSÜGOOTSED KAKSIKUD	16
3.2 DISÜGOOTSED KAKSIKUD	16
3.3 FOLLIKULITE ARENGUDÜNAAMIKA	17
3.4 KODOMINANTSUS	18
4. NEGATIIVNE ENERGIABILANSS	19
4.1. NEGATIIVSE ENERGIABILANSI MARKERID	19
4.1.1 Kehakonditsiooni skoor	19
4.1.2 Esterifitseerimata rasvhapped	20
4.1.3 Triglütseriidid	21
4.1.4 Beeta-hüdroksübuturaat	21
4.1.5 Insuliin	22
4.1.6 Insuliinisarnane kasvufaktor-1	23
5. PÕLETIKUMARKERID	23
5.1 Haptoglobiin	24
5.2 Seerumi amüloid A	24
5.3 Kolesterool	25
5.4 Albumiin	25
7. SÖÖTMISE MÕJU JA OLULISUS	26
7.1 KINNISPERIOODIAEGNE SÖÖTMINE	27
7.2 ETTESÖÖTMISE PERIOOD	27

8. OMAD UURINGUD	29
8.1 MATERJAL JA METOODIKA	29
9. TULEMUSED JA ARUTELU	31
9.1 ÜKSIK- VÕI KAKSIKVASIKA SÜNNITANUD LEHMADE TERVISEANDMED	31
9.1 KAKSIKUTE SEOS SIGIMISPARAMEETRITE JA PRAKEERIMISEGA	32
9.1.1 Ajavahemik poegimisest esimese seemendamiseni	32
9.1.2 Ajavahemik poegimisest tiinestumiseni	33
9.1.3 Luteaalfunktsiooni taastumise aeg	34
9.1.4 Seemenduste arv tiinestumise kohta	35
9.2 METABOOLSED JA ENDOKRIINSED MARKERID	36
9.2.1 Kehakonditsiooni skoor	36
9.2.2 Esterifitseerimata rasvhapped	37
9.2.3 Triglütseriidid	38
9.2.4 Beeta-hüdroksübuturaat	39
9.2.5 Insuliin	40
9.2.6 Insuliinisarnane kasvufaktor-1	42
9.2.7 Haptoglobiin	43
9.2.8 Seerumi amüloid A	44
9.2.9 Kolesterool	45
9.2.10 Albumiin	46
KOKKUVÕTE JA JÄRELDUSED	48
KASUTATUD KIRJANDUS	50
SUMMARY	60
LIHTLITSENTS	62

SISSEJUHATUS

Piimakarjakasvatus on Eestis üks peamisi loomakasvatusharusid. Eestis on kõrge aretusväärtusega väga hinnatud tõukari ning meie farmides elavad lehmad on ühed Euroopa suurema piimatoodanguga. Lehmade kõrge piimatoodang suurendab aga riski topeltovulatsioonide esinemiseks ja seeläbi kaksikute sünniks.

Kaksikute esinemus piimalehmadel on ajas kasvav, mida saab seostada piimakarja parema geneetilise väärtusega ja suurenenud piimatoodanguga. Eesti piimakarjades on kaksikute esinemus tõusnud 24 aasta jooksul 1,3 protsendilt 2,8-le. Kaksikute sünd piimalehmadel on aga ebasoovitav, sest kaksikute vanematel esineb enam ainevahetuslikke ja metaboolseid haiguseid ning nende sigivus on madalam. Piimalehmade kõrge piimatoodang ja halvem sigivus esitab loomaomanikule väljakutse. Loomaomanikult eeldab see oskuslikku majandamist ja teadmisi, et säilitada loomade kõrge piimatoodang, tervis ning hea sigivus, et vähendada kaksikute sünni negatiivset mõju.

Pidev teaduse ning farmitehnoloogia areng annab loomaomanikule võimaluse diagnoosida kaksiktiinuseid varajases tiinusjärgus. Kaksikute sünni füsioloogiliste ja geneetiliste omapärade mõistmine, annab võimaluse välja töötada strateegiaid, mille läbi saab vähendada kaksikute sünniga kaasnevat negatiivset mõju.

Käesolevas magistritöös selgitatakse kirjanduse ja omade uuringute näitel kaksik- ja üksikvasikate sünniga seotud ainevahetuslike ja endokriinsete profiilide vahelisi erinevusi ning mõju sigivusele. Kuna sarnast uuringut ei ole Eesti läbi viidud, on lõputöö teema valik aktuaalne, et mõista kaksik- või üksikvasika sünniga kaasnevat mõju piimalehmadele.

TÄNUAVALDUSED

Minu suurimad tänud nõu ja igakülgse abi eest magistritöö kirjutamisel kuuluvad juhendajale Andres Valdmann.

Siiralt tahan tänada oma perekonda ja töökaaslasi, kes on olnud minu õpingute ajal igakülgseks toeks.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1 Kaksikute sünni negatiivne mõju piimalehmadele

Tänapäevase kõrge piimatoodangu juures on hakanud langema lehmade tiinestuvus ja esineb rohkem sigimisprobleeme. Suure piimatoodangu juures ei ole kaksikute sünni enam haruldus. Tehtud uuringud näitavad, et kaksikute sünni mõju piimakarjakasvatuse majanduslikule tasuvusele on negatiivne (Fricke 2001). Fricke & Wiltbank (1999) leidsid oma uuringus, et piimatoodangu tõusuga oli suurem tõenäosus saada kaksikud vasikad. Kõrgem piimatoodang on esile kutsunud olukorra, kus topeltovulatsioonide esinemine on suurenenud (Fricke & Wiltbank 1999). Lehmadel, kelle piimatoodang oli $\leq 40\text{kg}$, esines topeltovulatsioone 6,9%-l juhtudest ja lehmadel, kelle piimatoodang ületas $>40\text{kg}$, oli topeltovulatsiooni esinemise tõenäosus 20,2% (Fricke & Wiltbank 1999). López-Gatius *et al.* (2005) täheldasid, et kolmanda ja enama laktatsiooni puhul oli topeltovulatsiooni esinemus 25%.

Ühendkuningriikides ja Suurbritannias läbi viidud uuringud on näidanud, et kaksikute sünni piimakarjakasvatuses toob endaga kaasa \$100–\$250 majanduslikku kahju (Beerepoot *et al.* 1992; Fricke, 2001). Üleminekuperiood võis olla probleemiks nii ühte vasikat kandnud lehmale, kui ka kaksiktiinuse puhul. Sel perioodil toimuvad lehmade organismis metaboolsed ja füsioloogilised muutused. On teada, et kaksiktiinuse katkemine esimesel trimestril on kolm kuni seitse korda suurem lehmadel, kes kannavad ühte vasikat (López-Gatius *et al.* 2017).

Lehmad, kellel sündisid kaksikud, esines terviseprobleeme enam, kui nendel lehmadel, kellel sündis üks vasikas. Kaksiktiinuse puhul oli suurem risk abordiks ja raskeks poegimiseks. Pärast poegimist võis esineda päramiste peetust, metriiti, libediku paigaltnihkumist, ketoosi ja rasvunud maksa sündroomi. Seeläbi pikenes poegimisvahemik ja seetõttu võis olla prakeerimise risk suurem (Sawa *et al.* 2012).

Sawa *et al.* (2014) leidsid, et mitmiktiinus avaldab negatiivset mõju sigimisele, eeskätt korduvpoeginud lehmadele. Sawa *et al.* (2014) uuringus pikenes poegimisvahemik 18 päeva, vabaperiood 9 päeva ning seemendamise periood 10 päeva.

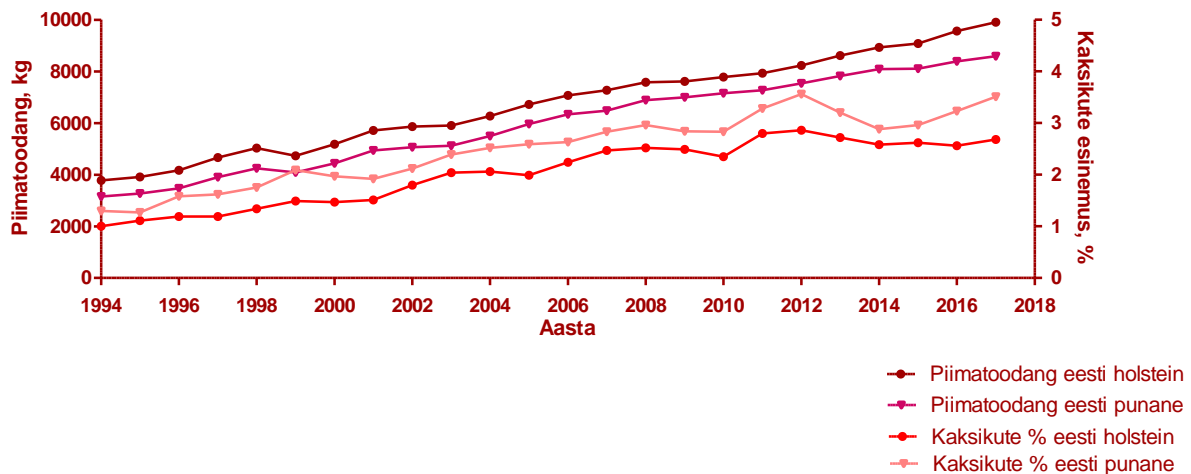
1.2 Kaksikute esinemus piimakarjades

Eestis ja kogu maailmas on näha kasvavat tendentsi kaksikute esinemises. Silva del Rio *et al.* (2007) läbi viidud uuringus Ameerika Ühendriikides (1996-2004) leiti, et kaksikute esinemus tõusis 3,4%-lt 4,8%-ni. Eestis on kaksikute esinemus tõusnud 24 aastaga 1,3%-lt 2,8%-ni. Erinevate uuringute põhjal esineb kaksikuid 3-5%-l (Wakchaure & Ganguly 2016) ja 2,2-6,9%-l (Kinsel & Etherington 1998; Silva-del-Rio *et al.* 2007).

Aastal 1993 oli Eesti piimalehmade keskmine piimatoodang Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli (EPJ) andmetel 3428 kg, kaksikute esinemus 1,3% ning piimalehmade arv 165 709. Aastal 2017 oli piimalehmade piimatoodang tõusnud 9619 kg-ni ja kaksikute esinemus 2,8% ning piimalehmade arvukus oli vähenenud 82 929 piimalehmani (Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli AS 1993, 2017).

Aastal 1994 oli poegimisi kokku 149 236, millest 434 poegimise tagajärjel sündisid kaksikud pullvasikad, mis oli 25% kaksikute koguarvust. Kaksikud lehmvasikad sündisid 455 korral, mis moodustab 26% kaksikutest. Lahksoolisi kaksikuid sündis 847 paari, mis on 49% kõikidest kaksikutest. (Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli AS 1994)

Aastal 2017 sündis 2443 paari kaksikuid ja poegimisi oli kokku 86 342. Kaksikutest pullvasikaid sündis 663 juhul, mis moodustab 27% sündinud kaksikutest. Lehmvasikatest kaksikuid sündis 611 juhul, mis on 25% sündinud kaksikute koguarvust. Lahksoolisi kaksikuid oli 1 169, mis moodustas 48% kõikidest kaksikutest. (Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli AS 2017)



Joonis. 1 Kaksikute esinemine ja piimatoodang eesti holsteini ja eesti punast tõugu lehmadel aastatel 1993—2017

Allikas: Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli AS, jõudluskontrolli aastaraamatud 1994—2017

Kaksikute esinemise ja piimatoodangu dünaamika aastatel 1994—2017 eesti holsteini- ja eesti punast tõugu lehmadel on toodud joonisel 1 ja eesti maatõugu lehmadel joonisel 2.

Joonisel 1 on näha piimatoodangu tõusvat trendi aastatel 1994—2017. Piimatoodanguga paralleelselt tõusis kaksikute esinemus.

Aastal 1994 oli eesti holsteini tõugu piimalehmade kontrollaasta toodang 3780 kg, aastal 2017 oli kontrollaasta piimatoodang 8905 kg (Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontroll AS, 1994,2017). Kaksikuid sündis 1994. aastal 1% kõikidest poegimistest, 2017. aastal sündis kaksikuid vasikaid 2,7%-l poegimistest.

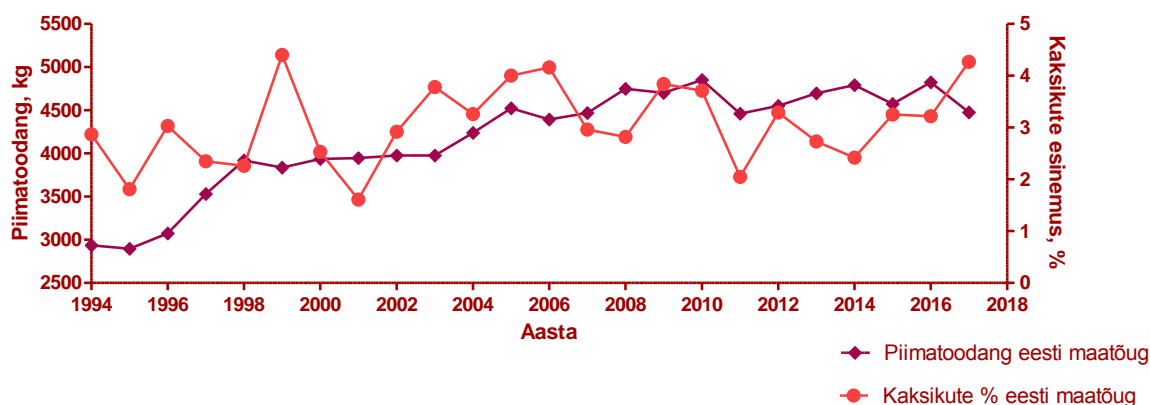
Eesti holsteini tõugu piimalehmadel sündis 1994. aastal 945 paari kaksikuid. Samasoolisi pullikaksikuid oli 248 paari, mis moodustas 26% sündinud kaksikutest. Lehmvasikatest kaksikuid sündis 257 paari, mis oli 27% kaksikutest. Lahksoolisi kaksikuid sündis 440, mis moodustas 47% poegimistest (Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli AS 1994).

Aastal 2017 sündis eesti holsteini tõugu lehmadel 1894 paari kaksikuid. Samasoolisi pullikaksikuid sündis 502 paari, mis oli 26% sündinud kaksikutest. Lehmvasikatest kaksikuid sündis 469 paari, mis moodustas kaksikute üldarvust 25%. Lahksoolisi kaksikuid sündis 923 juhul, mis moodustas 49% sündinud kaksikutest (Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontroll AS 2017).

Eesti punast tõugu lehmade piimatoodang 1994. aastal oli 3153 kg. Aastal 2017 oli piimatoodang tõusnud 8591 kg-ni. Kaksikuid esines eesti punast tõugu lehmadel aastal 1994 1,3%-l kõikidest poegimistest. Aastal 2017 esines eesti punast tõugu lehmadel kaksikuid 3,5% (Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontroll AS 1994, 2017).

Eesti punast tõugu samasoolisi pullikaksikuid sündis 1994. aastal 182 paari, mis moodustas 24% sündinud kaksikutest. Lehmvasikatest kaksikuid sündis 1994. aastal 197, mis moodustas 25% sündinud kaksikutest. Enim sündis 1994. aastal lahksoolisi kaksikuid – 399, mis moodustas 51% sündinud kaksikutest (Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontroll AS 1994).

Aastal 2017 sündis eesti punast tõugu kaksikuid kokku 527 paari. Samasoolised pullikaksikud sündisid 153 juhul, mis on 29% sündinud kaksikutest. Lehmvasikatest kaksikuid sündis 138 korral, mis moodustab sündinud kaksikutest 26%. Lahksoolised kaksikud sündisid 236 juhul, mis oli 45% sündinud kaksikutest (Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontroll AS 2017).



Joonis. 2 Kaksikute esinemine ja piimatoodang eesti maatõugu lehmadel aastatel 1993—2017

Allikas: Jõudluskontrolli aastaraamatud 1993—2017

Joonisel 2 on näha, et ajavahemikus 1994—2017 oli eesti maatõugu lehmade piimatoodang kasvamas. Kaksikute esinemus eesti maatõugu lehmadel ei järgi kindlat trendi. See on seotud sellega, et eesti maatõugu lehmade arvukus on võrreldes teiste piimatõugudega väiksem.

Aastal 1994 oli eesti maatõugu piimalehmade arv 564, kelle aasta keskmine piimatoodang oli 2937 kg. Kõikidest poegimistest moodustasid kaksikud 2,3%. Aastal 2017 oli

jõudluskontrollis 520 eesti maatõugu lehma, kelle keskmine piimatoodang oli 4475 kg (Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontroll AS 1994, 2017).

Eesti maatõugu lehmadel sündis 1994. aastal 13 paari kaksikuid. Samasoolisi pullikaksikuid oli 4 paari, mis moodustas 31% kaksikutest. Lehmvasikatest kaksikuid sündis ühel juhul, mis oli 8% kõikidest kaksikutest. Lahksoolisi kaksikuid sündis kaheksa paari, mis moodustas kõikidest kaksikutest 61% (Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontroll AS 1994).

2017. aastal sündis eesti maatõugu lehmadel 21 paari kaksikuid. Pullvasikatest kaksikuid sündis kaheksa, mis moodustas sündinud kaksikutest 38%. Samasoolisi lehmvasikaid sündis neli, mis oli 19% kaksikutest. Lahksoolisi kaksikuid sündis üheksa, mis moodustas sündinud kaksikutest 43% (Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontroll AS 2017).

2. KAKSIKUTE MÕJU EMASORGANISMILE, VASIKALE JA FRIIMARTINISM

2.1 Kaksikute mõju emasorganismile

Kaksikud vähendavad taastootmisvõimet, pikendades vaba- ja ooteperioodi pikkust, võrreldes iga järgneva laktatsiooniga (Fricke 2001). Lehmadel, kellel sünnivad kaksikud, on suurem risk sigimisprobleemide esinemiseks – suureneb päramiste peetuse esinemine, raskete poegimiste ja metriiti haigestumise risk. Samuti on risk haigestuda ainevahetushaigustesse – libediku paigaltnihkumine ja ketoos. Lehmadel, kellel sünnivad kaksikud, on suurem risk saada prakeerituks, kui lehmadel, kellel sünnib üks vasikas (Fricke 2001). Sama väidavad Andreu-Vazquez, *et al.* (2012), et seeläbi väheneb lehmade eluiga ja elueatoodang.

Mitmed uuringud näitavad, et kaksiktiinus avaldab mõju ka tiinuse kestvusele. Kay (1978) tähendas oma uuringus, kus oli arvesse võetud 5200 poegimist, et keskmiselt kestis kaksiktiinus 276 päeva ja tiinus, mille tagajärjel sündis üks vasikas, kestis keskmiselt 282 päeva. Üldiselt ollakse seisukohal, et kaksiktiinus kestab 1,5—10 päeva vähem kui tiinus, mille puhul sünnib üks vasikas. Hilisemates uuringutes on selgunud, et keskmiselt on kaksiktiinus 6,8 päeva lühem (Echternkamp *et al.* 2007). Echternkamp *et al.* (2007) leidsid, et kaksiktiinus kestab keskmiselt $277,5 \pm 0,2$ päeva, ühe vasikaga tiinus $284,3 \pm 0,2$ päeva ja tiinus, mille tagajärjel sünnivad kolmikud, kestab keskmiselt $271,6 \pm 0,8$ päeva (Echternkamp *et al.* 2007).

Kaksiktiinuse puhul suureneb päramiste peetuse esinemus. Echternkamp & Gregory (1999) leidsid, et kaksiktiinuse puhul on päramiste peetuse tõenäosus 27,9% võrreldes üksiktiinusega, mille puhul on päramiste peetuse tõenäosus 1,9%. Johansson *et al.* (1974) leidsid oma uuringus, et vasika sugu avaldab samuti mõju päramiste peetusele. Uuringus leiti, et 73,3% päramiste peetuse juhtudest oli seotud pullvasikate sünniga, lahksooliste kaksikute puhul oli päramiste peetust 42,1% ja 20% päramiste peetust esines, kui sündisid kaksikud lehmvasikad (Johansson *et al.* 1974).

Võrreldes ühe vasika sünniga, esineb kaksikvasikate vanematel sagedamini aborte, surnultsünde, vastsündinud vasikate suremus on suurem ning sündinud vasikad on väiksema sünnimassiga, võrreldes ühe vasika sünniga (Fricke 2001). Mitmed uuringud on näidanud, et kaksikute sünni puhul vajatakse enam karja täiendust mullikate näol. Uuringud näitavad,

et kui sündisid kaksikud, on vaja uuendnoorkarja 0,42-0,48 korda rohkem, kui sündis üks vasikas, on uuendnoorkarja vajadus 0,29-0,42 korda suurem (Fricke 2001). Uuendnoorkarja vajadus on suurem seetõttu, et mullikatel, kellel esineb kaksiktiinus, on vastsündinud vasikate suurem suremus (Fricke 2001).

2.2 Friimartinism

Friimartinismiks ehk ebaõhvhvaiguseks nimetatakse patoloogiat, kus erisooliste mitmikute (enamasti kaksikute) puhul on emasjärglane sigimatu (Jalakas *et al.* 2009).

Friimartinism tekib kui lootekestad – koorionid, sageli allantoisid ja harvem amnionid kasvavad kokku (Jalakas 2006). Looded võivad olla ümbritsetud ühe ja sama lootekestaga, mille vahel toimub verevahetus (Fricke 2001). Loodete vaheline verevahetus saab toimuda allantokoorionis tekkivate veresoonte anastomooside kaasabil (Jalakas 2006). Anastomoosiks nimetatakse vere- ja lümfisooni ühendavat soont või närve ühendavat närviharu. „Anastomoosid tekivad enamasti 30.–40. tiinuspäeval, see on vahetult enne sugulist diferentseerumist.“ (Jalakas *et al.* 2009).

Ligikaudu 92% lehmvasikatest, kes on sündinud lahksoolise kaksikuna, on friimartiinid (Buoen 1992). Ligikaudu 8% mullikatest, kes on sündinud heterosügootsest kaksiktiinusest, on sigimisvõimelised, seda seetõttu, et nende emassuguorganid on saanud korralikult välja areneda (Buoen 1992).

Friimartinism avaldab negatiivset mõju ka pullide sigivusele (Dunn *et al.* 1979). Testiste hüpoplaasia ehk vaegmoodustumine (Bongso *et al.* 1981) või spermatogoonide kimäärsus (Rejduch *et al.* 2000) võib selgitada pullide madalamat viljakust.

3. KAKSIKUTE TÜÜBID

Veistel esineb kahte tüüpi kaksikuid: monosügootsed ehk ühemunakaksikud ning disügootsed ehk erimunakaksikud. Iga munasari sisaldab munarakke ehk ootsüüte. Ootsüüt vabaneb pärast ovulatsiooni munajuhasse, kus see jääb ootama viljastumist. Ootsüüdist saab pärast viljastumist sügoot ehk viljastunud munarakk.

3.1 Monosügootsed kaksikud

Väga harva sünnib monosügootseid kaksikuid, kes on samast soost ning on identsed nii geneetiliselt kui fenotüübiliselt. Piimakarjades esineb monosügootseid kaksikuid 7,4% kuni 13,6% kõikidest sündinud kaksikutest või vähem kui 0,3% kõikidest poegimistest (Fricke 2001).

Sündinud kaksikud on üldjuhul kergemad kui üksikvasikad. Jalakas (2006) väidab, et monosügootsed kaksikud on 10—30% kergemad.

3.2 Disügootsed kaksikud

Disügootsed ehk erimunakaksikud on kõige enam levinud kaksikud lehmadel. See tähendab, et ühel innaajal on viljastunud kaks munarakku. On teada, et kaksikute sünn ja ovulatsioon on veistel omavahel tugevalt seotud. Fricke & Wiltbank (1999) on väitnud, et topeltovulatsiooni peamiseks põhjuseks on kõrge toodang. Topeltovulatsiooni esinemissagedus piimalehmadel on ligikaudu 14% (Fricke & Wiltbank, 1999; Ginther *et al.*, 1996). Disügootsed kaksikud võivad olla sama- kui ka erisoolised, kuid nad ei ole enam sarnased ei geneetiliselt ega fenotüübiliselt.

Lahksoolistest kaksikutest on lehmik enamasti 90-92% sigimatu (Jalakas 2006).

Tegurid, mis mõjutavad disügootsete kaksikute esinemust piimakarjas on, piimatoodang, aasta-aeg, geneetiline selektsioon, sigimishormoonid ja tsüstilised munasarjad (Silva del Rio 2007).

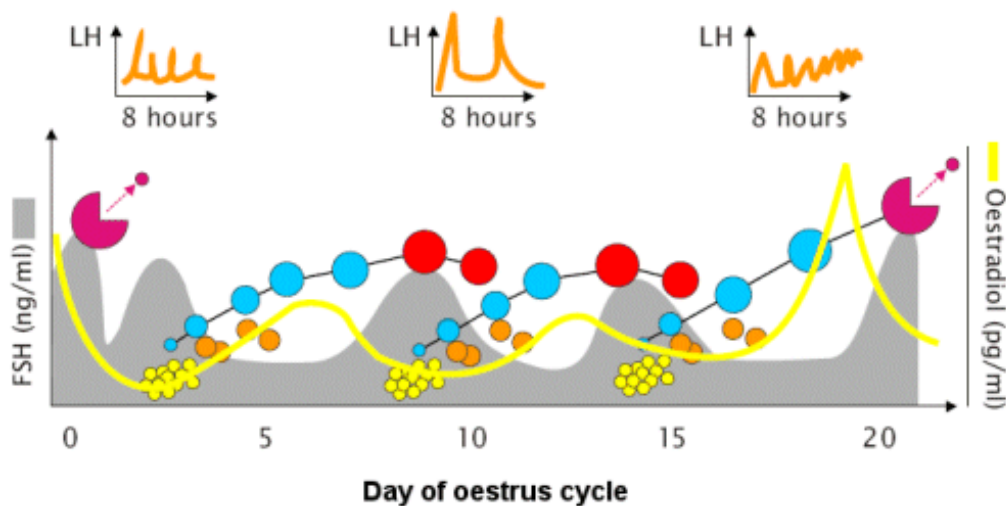
3.3 Folliikulite arengudünaamika

Normaalse innatsükliga (18—24 päeva) lehmalt toimub regulaarne folliikulite kasv, domineerimine ja artreesia (joonis 3). Hüpofüüsist pärinevad folliikuleid stimuleeriva hormooni (FSH) ja luteiniseeriva hormooni (LH) mõjul arenevad munasarja koostis erinevate suurustega folliikulid.

Folliikulite arengu dünaamikas saab eristada nelja järku: esile kerkimine, selektsioon, domineerimine ja atretiseerumine (degenereerumine).

Esimene neist on periood, kus hulk folliikuleid alustab edasist arenemist. Teise perioodi jõuab tavaliselt üks või mitu folliikulit. Need folliikulid kasvavad dominantsiooni või degenereeruvad. Üldjuhul saavutab üks folliikulitest ovulatoorse küpsuse, millele on iseloomulik suurenenud östradiooli tootmine. Domineeriva folliikuli valik on seotud FSH vähenemisega. Domineeriva folliikuli kasv saab jätkuda tänu LH olemasolule. Kui progesterooni tase langeb, on domineeriva folliikuli östradiooli tase suurem ning domineeriv folliikul ovuleerub (Kask 2015).

Normaalse innatsükli (18—24 päeva) jooksul on selliseid folliikulite arengulaineid kaks kuni kolm. Kõrge progesterooni taseme tõttu esimese laine ajal domineeriv folliikul ei ovuleeru ning teise laine dominantne folliikul saavutab ovulatoorse küpsuse ja ovuleerub. Vähesel määral võib esineda ka innatsükli jooksul kolm follikulaarset lainet, kus ovuleerub kolmanda laine domineeriv folliikul (Kask 2015).



Joonis 3. Kolmelaineline folliikulite arengudünaamika

Allikas: <http://www.partners-in-reproduction.com/reproduction-cattle/follicular-development.asp>

3.4 Kodominantsus

Kodominantsuseks nimetatakse kahe tunnuse avaldumist. Vahetevahel kaks või enam folliikulit ühest follikulaarsest lainest omandavad dominatsiooni, mille järel kujuneb välja kodominantsus (Kulick *et al.* 2001).

Veistel esineb ühe normaalse innatsükli jooksul kaks või kolm follikulaarse laine tsükliit (Fricke 2001). Seaduspärasust folliikulaarlainete arvu ja kodominantsuse esinemise vahel pole näidatud. Seetõttu on mõlemad kodominantse kõrvalekaldega folliikulid omandanud dominantsuse ja ovulatoorse küpsuse (Fricke 2001).

Kodominantsed folliikulid võivad esile kutsuda topeltovulatsioone, mille tulemusena võivad sündida disügootsed vasikad (Lopez *et al.* 2004). Peamiseks põhjuseks, miks esineb topelt ovulatsiooni, peetakse piimatoodangu suurenemist (Wiltbank *et al.* 2000; Fricke *et al.* 1999).

Endo- või eksogeenne ovulatoorne stiimul kutsub esile topeltovulatsiooni. Kodominantsete folliikulite olemasolul vabaneb kaks munarakku (Fricke 2001). Kui viljastumise ja poegimise vahel ei esine hälbeid, sünnivad disügootsed kaksikud.

4. NEGATIIVNE ENERGIABILANSS

Negatiivseks energiabilansi perioodiks (NEB) peetakse ajavahemikku paar nädalat enne poegimist kuni paar kuud peale poegimist. Butler (2003) väidab, et NEB võib kesta 10—12 nädalat pärast poegimist. See periood on kriitilise tähtsusega uueks laktatsiooniks kuna negatiivse energiabilansi perioodil on lehmad eriti vastuvõtlikud mitmetele haigustele ja piima tootmine toimub kehavarude arvelt. Nendeks haigusteks võivad olla näiteks ketoos, rasvunud maksa sündroom ning libediku paigaltnihkumine. De Bie *et al.* (2016) väidab oma uuringus, et negatiivne energiabilanss avaldab negatiivset mõju munarakkudele, mis on tingitud oksüdatiivsest stressist. Samuti mõjutab NEB tugevalt anovulatoorse perioodi pikkust, kuna vere glükoosi, insuliini ja insuliinisarnase kasvufaktor-1 (IGF-1) sisaldus on madal, need piiravad östrogeeni tootmist (Butler 2003).

4.1. NEGATIIVSE ENERGIABILANSI MARKERID

4.1.1 Kehakonditsiooni skoor

Kehakonditsiooni skooriks (KKS) nimetatakse lehma toitumishinnet. Toitumishinde määramiseks on tänapäeval kasutusel mitmeid süsteeme. Laialt levinud on 1982. Virginias Wildman *et al.* (1982) välja töötatud 5-palliline hindamissüsteem. Kehapiirkonnad, mida hinnatakse, on: puusa- ja päraluunukid, nimmelülide ristijätked, laudjas ja sabajuure piirkond.

Kehakonditsiooni skoorile tuleb erilist tähelepanu pöörata kinnis- ja NEB perioodil. Roche *et al.* (2013) väidavad oma uurimuses, et normaalne KKS poegimisel võiks olla 5-pallilisel skaalal 3,0 ning mullikatel veidi kõrgem - 3,25. Hoolimata sellest loetakse normaalseks KKS-iks 3,0-3,5 palli 5-pallilisel skaalal (Roche *et al.* 2009). DeKoster (2016) väidab, et loomad, kelle KKS on üle 3,75 palli, on rasvunud.

Lehmadel, kelle KKS on poegimisel kõrgem, on söömus poegimisjärgsel perioodil madalam (Dann *et al.* 2006). Garnsworthy (2006) leidis oma uurimuses, et KKS avaldab otsest mõju söömusele. Lehmad, kelle KKS oli $\leq 3,25$, jõudsid kiiremini maksimaalse kuivaine söömuseni (kuni 4% kehamassist) kui lehmad, kellel oli kõrgem KKS.

Pires *et al.* (2013) arvates on lehmad rasvunud, kui nende KKS on üle nelja palli. Rasvunud lehmade veres on seitsme nädala jooksul pärast poegimist kõrgem esterifitseerimata rasvhapete (NEFA) sisaldus, võrreldes lemadega, kellel oli toitumishinne normaalne või madalam. Dann *et al.* (2006) leidsid, et lehmad, kes on poegimisel kõrgema KKS, on poegimisjärgselt suuremas energiapuuduses ja seetõttu on ka nende NEFA kontsentratsioon veres suurem.

Ülekaalulisus poegimisel ja ülemäärane KKS-i kaotus poegimiseelsel perioodil on omavahel tugevalt seotud (Roche *et al.* 2009; Chebel & Ribeiro, 2016) ning mõlemad konditsioonid on seotud erinevate haiguste esinemusega. Seifi *et al.* (2011) väidab, et lehmadel, kelle KKS on üle $\geq 3,75$ palli, on suurem tõenäosus haigestuda kliinilisse ketoosi ja nendel lehmadel on suurem risk libediku paigaltnihkumiseks. Lehmadel võib esineda sigimisprobleeme, longet ning poegimishalvatust (DeKoster 2016). Barletta *et al.* (2017) leidsid oma uuringus, et lehmad, kes kaotasid KKS-s üleminekuperioodil, esines rohkem terviseprobleeme ($P < 0,01$), võrreldes lemadega, kes säilitasid KKS-i.

Kehakonditsiooni skoori määramine on leidnud märkimisväärset tähelepanu kui abivahend piimakarja söötmise juhtimisel.

4.1.2 Esterifitseerimata rasvhapped

Esterifitseerimata rasvhapped (NEFA) on hüdrofoobsete omadustega pikad küllastunud rasvhapped. NEFA-de ülesanne on aidata kaasa organismi energiavajaduse katmisele. Veres on NEFA-d seotud albumiiniga, see tuleneb sellest, et NEFA-d on enamjaolt hüdrofoobsete omadustega pikad küllastunud rasvhapped (Karis 2015).

Negatiivse energiabilansi perioodi erisus on kõrge NEFA sisaldus veres. Kuna NEB perioodil kasutatakse ära kehasse kogutud rasvad energiatarbe katmiseks, suureneb veres NEFA-de hulk, mis maksa sattudes muudetakse süsihappegaasiks, ketoonkehadeks või esterifitseeritakse tagasi triglütseriidideks (Konigsson *et al.* 2008).

Esterifitseerimata rasvhapete ja beeta-hüdroksübuturaadi (BHB) mõõtmine pärast poegimist võimaldab määrata ketoosiriski. Nende kahe markeri liigne tõus veres viitab metaboolsetele probleemidele (Herdt 2000).

LeBlanc *et al.* (2005) väidavad oma uurimuses, et NEFA kontsentratsiooni tõus veres seitse kuni kümme päeva enne poegimist on riskifaktoriks libediku paigaltnihkumise esinemisel. On kindlaks tehtud, et NEFA ja kuivaine söömuse (DMI) vahel on pöördvõrdeline seos (Overton & Waldron 2004). Ülemäärane rasvade mobilisatsioon ja NEB võib nõrgestada immuunsüsteemi (Mallard *et al.* 1998) ning on seotud negatiivsete mõjudega loomade tervisele ja toodangule (Hammon 2006). Mitmed uuringud on märkinud NEFA-de negatiivset mõju sigivusele. Ospina *et al.* (2010) leidsid oma uuringus, et kõrgeenenud vereplasma NEFA sisaldus NEB perioodil vähendas tiinestumist pärast 70-päevast vabatahtlikku ooteperioodi.

4.1.3 Triglütseriidid

Triglütseriidid on rasvhapete glütseroolid. Organismis on triglütseriidid oluliseks energia varuallikaks, mida lagundatakse ja sünteesitakse organismis pidevalt (Herdt, 2000).

Triglütseriidide lagunemise tulemusel tekivad organismi NEFA-d. Kuna triglütseriidid on oluliseks energiallikaks, siis neid saavad kasutada enda energiaga varustamiseks maksarakud, lihaskude kui ka udara näärmekude (Herdt, 2000). Esterifitseerimata rasvhapete hulk veres kasvab negatiivse energiabilansi perioodil kuna sel perioodil kasutatakse enam kehasse mobiliseeritud rasvu organismi energiatarbe katteks.

4.1.4 Beeta-hüdroksübuturaat

Beeta-hüdroksübuturaat (beeta-hüdroksüvõihape) (BHB) on orgaaniline ühend, mida sünteesib organismis maks. Beeta-hüdroksübuturaadi kontsentratsiooni mõõtmine verest enne ja pärast poegimist annab meile olulist informatsiooni negatiivse energiabilansi kohta. Omavahel on väga tugevalt seotud KKS, NEFA, kuivaine söömus ning BHB sisaldus veres (Leslie *et al.* 2003).

Ketoonkehade kontsentratsiooni tõus veres pärast poegimist on riskifaktoriks ketoosi (LeBlanc *et al.* 2005; Duffield *et al.* 2005), metriidi ning mastiidi (Duffield *et al.* 2009) tekkimiseks.

Ketoos on lehmade ainevahetushaigus, mis on tugevalt seotud negatiivse energiabilansiga. Peamiseks ketoosi põhjuseks on lehmade söömuse vähenemine. Tihemini haigestuvad ketoosi lehmad, kes on poegimise ajal rasvunud (ülekonditsioonis). Oluline on säilitada NEB perioodil lehmade hea isu kuna sellel hetkel on lehmade glükoosi- ja energiavajadus kahekordistunud.

Ketoosi puhul võib esineda piimatoodangu langust, kliinilise ketoosi puhul 25% või 353,4 kg piima kadu laktatsiooni kohta (Leslie *et al.* 2003), subkliinilise ketoosi puhul 1-1,5 kg piimakadu päevas (Duffield 2000). Duffield (2000) märkis veel, et subkliinilise ketoosi esinemus lehmadel on 7% kuni 34%, nendest esimesel 65 päeval pärast poegimist 12,1% kuni 14,1% (Duffield *et al.* 2002; Dohoo & Martin 1984). Lehmadel, kelle vere BHB oli 1,4 mmol/l või üle selle, on kolm korda suurem risk libediku paigaltnihkumiseks (Duffield 1997).

4.1.5 Insuliin

Insuliin on Langerhansi saarekestest β -rakkude poolt sekreteeritud pankrease hormoon (Wilson 2012). Insuliini peamine roll organismis on süsivesikute metabolism ja glükoositaseme reguleerimine veres (Wilson 2012).

Insuliini sekretsiooni stimuleerib glükoosi, kasvuhormooni, glükagooni ning aminohapete kontsentratsioon veres (Wilson 2012). Lisaks reguleerib insuliin ka IGF-1 taset veres (Clemmons 2004). Insuliin soodustab glükoosi imendumist.

Transportvalke, mis aitavad veres glükoosi transportida, on nimetatud lühendiga GLUT. GLUT perekond koosneb 14 isovormist (Augustin 2010). Insuliinist on seejuures sõltuv vaid GLUT4, mille peamine ülesanne on kogu organismi glükoosisisalduse reguleerimine (Huang & Czech 2007). GLUT4 aktiivsus plasmamembraanis võib varieeruda (Kandror 2003). Seega, insuliini roll vere glükoositaseme langusel tuleneb glükoosi suunamisest skeletilihastesse ja rasvkoesse läbi GLUT4 aktiveerimise (Karis 2015).

Enne ja pärast poegimist on lehmad mõõdukas insuliiniresistentsuses (DeKoster & Opsomer 2013). On kindlaks tehtud, et poegimiseelne söötmine on määrava tähtsusega ja see mõjutab otseselt lehma ainevahetuslikku seisundit pärast poegimist (Dann *et al.* 2006). Dann *et al.*

(2006) leidsid oma uuringus, et lehmadel, keda söödeti ettesöötmise perioodil üle tarbenormide, oli vereplasma insuliini tase kõrgem ja NEFA-de sisaldus väiksem ning pärast poegimist oli vereplasma insuliini sisaldus väiksem ja NEFA-de sisaldus kõrgem, võrreldes lehmadega, keda söödeti tarbenormide kohaselt. Dann *et al.* (2006) järeldasid sellest, et ülesöödetud lehmadel arenes rasvkoos insuliini resistentne seisund. Lehmadel, keda söödetakse enne poegimist üle tarbenormide, esineb rohkem terviseprobleeme, millest sagedaseim on ketoos (Janovick *et al.* 2011).

4.1.6 Insuliinisarnane kasvufaktor-1

Insuliinisarnane kasvufaktor 1 (IGF-1) on hormoon, mis toodetakse ja sekreteeritakse imetajate maksas ja kehakudedes. Insuliinisarnasel kasvufaktor-1-l on oluline roll organismis rakkude jagunemisel või diferentseerumisel (Valdmann *et al.* 2017). Olulise kasvufaktorina on IGF-1 seotud reproduktsiooni ja fertiilsusega (Taylor *et al.* 2004; Patton *et al.* 2007). Seega on oluline tagada hea sigivuse säilimiseks organismis optimaalses kontsentratsioonis IGF-1 olemasolu (Valdmann *et al.* 2017). Lehmade ja inimeste IGF-1 on sarnased (Fries 2009).

Immuunsüsteemi ülesandeid vaheldab IGF-1 (Vangroenweghe jt., 2005). Lehmadel, kes on poegimisjärgselt heas toitumuses, kelle energiatarve on korralikult kaetud, on veres kõrgem IGF-1 tase, millest võiks järeldada, et need loomad on parema immuunsusega ja haigustele vähem vastuvõtlikumad. Seega lehmad, kellel on kõrgem IGF-1 tase, võiksid ka kiiremini tervistuda (Valdmann *et al.* 2015). On teada, et endokriinne IGF-1 näitab lehmade metaboolset seisundit ning paremini toimivat immuunfunktsiooni (Valdmann *et al.* 2015).

5. PÕLETIKUMARKERID

Akuutse faasi valgud (APP) on valgud, mis vaheldavad immuunvastust, nende kontsentratsiooni määramisel verest saab diagnoosida haiguseid ning anda prognoose. Akuutse faasi valgud jagatakse positiivseteks (vereplasmas kontsentratsioon suureneb) ja

negatiivseteks (vereplasmas kontsentratsioon väheneb). Positiivsete APP-de suurenenud tootmine organismis on heaks põletike indikaatoriks (<http://www.eclinpath.com/chemistry/proteins/acute-phase-proteins/>). Peamised positiivsed APP-d on Hp ja SAA ning peamine negatiivne APP-d on albumiin.

5.1 Haptoglobiin

Haptoglobiin (Hp) on üks enim uuritud akuutse faasi proteiin veistel. Tegu on proteiiniga, mis annab suhteliselt kõrge akuutse faasi vastuse (Orro 2008). Haptoglobiini peetakse heaks põletike indikaatoriks (Crey *et al.* 2009).

Eckersall & Bell (2010) väidavad oma uurimuses, et Hp on heaks markeriks mastiidi ja rasvunud maksa sündroomi puhul. Kui organismis on põletik, tõuseb Hp kontsentratsioon veres kiiresti, mis annab võimaluse diagnoosida ka subkliinilisi ehk varjatud haiguseid. Põletiku taandudes Hp kontsentratsioon plasmas väheneb, mistõttu on see heaks indikaatoriks ravi efektiivsuse kohta. Samas ei ole Hp haiguste suhtes spetsiifiline (Eckersall & Conner 1988).

Haptoglobiini taseme tõusu veiste vereplasmas on tähendatud poegimisjärgsel perioodil. Vereplasma Hp sisalduse mõõtmine varajases laktatsioonijärgus võib aidata avastada varajases laktatsiooni staadiumis esinevaid haiguseid (Sabedra, 2012). Näiteks on Hp tase positiivses korrelatsioonis somaatiliste rakkude arvuga piimas, poegimisjärgsel perioodil esmapoeginud lehmadel (Simões *et al.* 2017). Haptoglobiini kontsentratsiooni suurenemine on heaks indikaatoriks kliinilise metriidi diagnoosimisel (Huzzey *et al.* 2008). Lehmadel, kellel vereplasmas oli poegimisjärgselt Hp tase $\geq 1,0$ g/l, on 6,7 kordne risk haigestuda metriiti (Huzzey *et al.* 2008).

5.2 Seerumi amüloid A

Seerumi amüloid A (SAA) on multifunktsionaalne akuutse faasi valk, mis kuulub apolipoproteiinide perekonda (Jensen & Whitehead 1998) ning SAA on seotud kõrge tihedusega lipoproteiinidega (HDL) (Cooper 1990). Seerumi amüloid A on seotud põletike

ja patogeenide kaitse funktsioonidega ning võtab osa kolesterooli transportimisest ja ainevahetusest (Jensen & Whitehead 1998).

Sarnaselt Hp-le toodetakse SAA-d maksas. Lisaks toimub SAA tootmine ka piimanäärmetes (Molenaar *et al.* 2009), rasvkoes (Mukesh *et al.* 2010), sigimiselundites (Lavery *et al.* 2004), eesmaos (Dilda *et al.* 2011), leukotsüüdid (Cooray *et al.* 2007) ja mitmetes teistes veiste kudedes (Berg *et al.* 2011).

5.3 Kolesterool

Üleminek kinnisperioodilt uuele laktatsioonile kujutab lüpsilehmade lipiidide ainevahetusele kriitilist perioodi. Seda seetõttu, et suurendada tuleb kehavarusid, et rahuldada kasvavat energiavajadust uue laktatsiooni alguses (Kessler *et al.* 2014).

Kolesterool on oluline loomade plasma membraanides ja teiste rakuliste organellide komponent. Kolesterool reguleerib membraanide terviklikkust, voolavust ja läbilaskvust. Peale selle on kolesterool steroidhormoonide, sapphapete ning D-vitamiini prekursoriks.

Mitmed lipoproteiinid võtavad osa kolesterooli transpordist perifeersete kudede vahel. Vere plasma kolesterooli sisaldus sõltub endogeensest biosünteesist kui ka sööda tarbimisest. (Vučić & Cvetković 2016)

Kolesterool on seejuures hea põletikumarker, mis võib viidata haiguslikule seisundile organismis (Ruprecher *et al.* 2018). Vere kolesterooli sisaldus väheneb poegimise ajal ja suureneb poegimisjärgselt. Tervetel lehmadel on kolesterooli tase veres kõrgem kui haigetel lehmadel (Ruprecher *et al.* 2018).

5.4 Albumiin

Veise seerumi albumiin (BSA) on peamine negatiivse akuutse faasi valk (Tothova *et al.* 2016). Veise seerumi albumiin on globulaarne monomeerne valk, mis moodustab umbes 35—50% seerumvalkudest (Kaneko 1997). Veise seerumi albumiin on stabiilne ja sellel

puudub interferents bioloogilistes reaktsioonides. Mäletsejalistel on BSA kuju ja suurus erinevate loomaliikide lõikes suhteliselt sarnane.

Veise seerumi albumiinil on oluline roll homöostaasi tagamisel ainete transportimisel (Hankins 2006). Albumiin vastutab 75% ulatuses plasma osmootse rõhu eest ning on peamine aminohapete allikas lehma organismis (Mackiewicz 1997). Põletike korral väheneb albumiinide kontsentratsioon vereplasmas. Akuutse faasi reaktsiooni ajal suureneb vajadus positiivsete akuutse faasi valkude järele (Tothova *et al.* 2016). Albumiini süntees on sel ajal piiratud ning aminohapped suunatakse positiivsete akuutse faasi valkude sünteesi poole (Aldred & Schreiber 1993). Veise seerumi albumiin on paljude haiguste heaks biomarkeriks (Fanali *et al.* 2012).

Veise seerumi albumiini katabolism toimub mitmetes kudedes, kus see lagundatakse proteaaside poolt (Evans 2002). Peamine BSA katabolism toimub lihastes, maksas ja neerudes.

7. SÖÖTMISE MÕJU JA OLULISUS

On tõestatud, et lehmad, kes kannavad kaksiktiinust, kannatavad suuremal või väiksemal määral ainevahetushaiguste käes ja neil on madalam piimatoodang (Markusfeld 1987; Eddy *et al.* 1991). Sawa *et al.* (2012) leidsid oma uuringus, et kaksikute sünni puhul on nende lehmade piimatoodang 1,3 kg/päevas suurem kui lehmadel, kellel sündis üks vasikas. Uuringute vahelisi erinevusi selgitab asjaolu, et paralleelselt piimatoodangu suurenemisega suureneb ka tõenäosus kaksikute sünniks (Sawa *et al.* 2012). On täheldatud, et kõrgem piimatoodang mõjutab topeltovulatsioonide esinemist. Bierman *et al.* (2010) arutleb, et aretusvalikute tegemisel kõrgema piimatoodangu suunas soodustatakse geneetiliselt kõrgemat lehmade piimatoodangut, mis võib teataval määral soodustada topeltovulatsioonide esinemist ning see on eelsoodumuseks kaksikute sünniks.

Söötmissstrateegiate juhtimine ja korraldamine võib anda võimaluse vähendada kaksikute sünniga kaasnevat negatiivset mõju piimakarjakasvatuses (Bell & Roberts, 2007). Poegimiseelse perioodi saab jagada mõtteliselt kaheks – kinnisperiood (4-8 nädalat enne poegimist) ja ettesöötmissperiood (kuni 3 nädalat enne poegimist).

7.1 Kinnisperioodiaegne söötmine

Kinnisperioodil peaks lehmadele söötma madalama energiasisaldusega söötasid, et ära hoida nende kehakonditsiooni skoori liigne kasv.

Kolm nädalat enne loodetavat poegimist peaks lehmi hakkama söötma mõõduka energiasisaldusega ratsiooniga, et säilitada lehma piisav energiaga varustatus, arvestades, et kuivaine söömus väheneb enne poegimist (Grummer 1995).

Kaksiktiinuse puhul on energiavajadus 50—70% suurem kui lehmal, kes kannab ühte loodet (Koong *et al.* 1982; Nishida *et al.* 1997). On teada, et kaksiktiinus kestab lühemat aega ja seega ei pruugi nende energiavajaduse katmiseks piisata kolmenädalasest ettesöötmise perioodist.

Poegimisjärgne energiadefitsiit kutsub vereplasmas esile NEFA tõusu ja sellega tõuseb risk rasvunud maksa sündroomile ning tekib võimalus haigestuda ketoosi.

Silva-del-Rio *et al.* (2010) poolt läbiviidud uuring näitas, et kaksiktiinuse puhul on NEFA hulk veres kolm nädalat enne poegimist suurem ($P < 0,001$) võrreldes lehmadega, kes kandsid ühte vasikat. Lisaks täheldasid Silva-del-Rio *et al.* (2010), et kaksiktiinuse puhul on suurenenud maksa triglütseriidide hulk ($P=0,07$) ning BHB sisaldus veres on kõrgem ($P=0,06$).

7.2 Ettesöötmise periood

Silva-del-Rio *et al.* (2010) leidsid, et ettesöötmise perioodi pikkusel on mõju piimatoodangule. Piimatoodang oli suurem 5,2 kg päevas ($P=0,04$) nendel lehmadel, kelle ettesöötmise perioodi pikkus oli kaheksa nädalat, võrreldes lehmadega, kelle ettesöötmise kestis vaid kolm nädalat ($P=0,01$) (Silva-del-Rio *et al.* 2010).

Oluline on hinnata ja tähelepanu pöörata lehmade KKS-ile enne poegimist. Sheehy *et al.* (2016) uuringus leiti, et lehmadel, kelle KKS langes enne poegimist, oli vereplasmas suurem hulk NEFA-t (0,88 mmol/L), võrreldes lehmadega, kes säilitasid oma KKS-i enne poegimist (0,78 mmol/L). Neli nädalat pärast poegimist püsis NEFA-de tase veres kõrgem lehmadel, kes kaotasid KKS-is, kui lehmadel, kes ei kaotanud KKS-i.

Samas selgus, et lehmadel, kes kaotavad KKS-is enne poegimist, on peale poegimist veres kõrgem BHB tase. Lisaks täheldati, et enne poegimist KKS-is kaotavate lehmade veres on kõrgem insuliini kontsentratsioon esimesel nädalal peale poegimist (2,23 μ IU/mL) kui KKS-i säilitavatel lehmadel (1,37 μ IU/mL). Samuti leiti, et lehmad, kes kaotasid KKS-is on madalam vere kaltsiumi sisaldus (2,33 mmol/L) kui KKS-i säilitavatel loomadel (2,27 mmol/L).

8. OMAD UURINGUD

8.1 Materjal ja metoodika

Töös kasutatud uurimismaterjal oli veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi tõuaretuse ja biotehnoloogia õppetooli doktorantide Gret-Kristel Mällo ja Merle Valdmanni ning töötajate Jevgeni Kurõkini ja Andres Valdmanni poolt varem kogutud. Andmete statistilise analüüsi tegi magistritöö autor.

Andmete kogumise ja katse läbiviimise metoodika on kirjeldatud artiklis Valdmann et al. (2018).

Lühidalt, uuring viidi läbi ühes 1200 lüpsilehmaga tootmisfarmis, kus kasutati ALPRO (DeLaval, Tumba, Rootsi) piimafarmi majandamise tehnoloogiat. Majandi valikul oli oluliseks kriteeriumiks koostöövalmidus, funktsioneeriva ALPRO tehnoloogia olemasolu, samuti massilist piimaproovide kogumist võimaldava lüpsitehnoloogia olemasolu.

Uuringusse kaasati 126 korduvpoeginud piimalehma. Seitse lehma arvati uuringust välja kuna nad praagiti karjast enne endomeetriumi tsütoproovi võtmist, s.o. enne 40. poegimisjärgset päeva. Eeltoodust tulenevalt jäi uuringusse 119 korduvpoeginud eesti holsteini tõugu piimalehma.

Uuritavatel lehmadel registreeriti jõudlust ja sigivust iseloomustavad parameetrid (seemendused, tiinestumine, karjast prakeerimine). Lisaks registreeriti kõikidel katselehmadel poegimisaegsed ja -järgsed terviseprobleemid ja haigused (abistamist vajav poegimine, kaksikud, päramiste peetus, metriit, kliiniline hüpokaltseemia, mädane tupenõre, mastiit, tugev longe). Vere metaboliitide ja ainevahetushormoonide määramiseks koguti vereproovid 14. poegimiseelsel päeval ning 7. ja 21. poegimisjärgsel päeval. Tsentrifuugimisega eraldati vereplasma, mida säilitati temperatuuril -80°C kuni ainevahetushormoonide ja vere metaboliitide määramiseni.

Ainevahetushormoonide IGF-1 ja insuliini ja põletikumarkeri SAA kontsentratsioonid määrati ELISA meetodiga, kasutades kommertsiaalseid reaktiivide komplekte. Kõikide ülejäänud vereplasma metaboliitide NEFA, BHB, triglütseriidid, haptoglobiin, albumiin, kolesterool kontsentratsioonid määrati vastavate kommertsiaalsete reaktiivide komplektidega kolorimeetriliselt.

Emaka tsütouuring tehti 40 ± 2 poegimisjärgsel päeval. Igast tsütoproovist valmistati kaks äiet, mis värviti May-Grünwald-Giemsä järgi. Mikroskoobi all loeti kokku emakaepiteeli rakud ja põletikule iseloomulikud rakud (polümorftuumsed neutrofiilid) ning arvutati viimaste protsent. Lehmad, kelle endomeetriumis leiti üle 8% polümorftuumseid neutrofiile, loeti tsütoloogilist endometriiti põdevateks (Valdmann *et al.* 2011).

Lehmade luteaalfunktsiooni taastumise kindlakstegemiseks koguti piimaproovid kaks korda nädalas alates poegimisest kuni 60. tiinuspäevani või karjast praakimiseni. Piima progesteroonisisaldust määrati ensüümimmunoloogilise meetodiga (Waldmann, 1999). Iga lehma jaoks koostati progesterooniprofiil, mille abil tehti kindlaks luteaalfunktsiooni taastumise aeg ning kinnitati tiinus. Lehmade kehakonditsiooni hinnati Ferguson *et al.* (1994) järgi, lonkeid Sprecher *et al.* (1997) järgi.

Kaksikute vanemate mõju ajavahemikule poegimisest tiinestumiseni, ajavahemikule poegimisest luteaalfunktsiooni taastumiseni ja seemenduste arvule tiinestumise kohta analüüsiti Kaplani-Meieri elumusanalüüsiga. Mediaane võrreldi Manteli-Coxi testiga. Rühmade vaheliste erinevuste hindamiseks kasutati dispersioonanalüüsi (ANOVA). Päevade vahelisi erinevusi võrreldi t-testiga. Haiguste esinemust rühmade vahel hinnati Fisheri täpse testiga.

Statistiline analüüs ja joonised tehti statistikapakettidega MedCalc Statistical Software version 14.12.0 (MedCalc Software bvba, Ostend, Belgium; <http://www.medcalc.org>; 2014) ja GraphPad Prism 5, Version 5.02 (GraphPad Software, Inc).

9. TULEMUSED JA ARUTELU

Antud uuringus sündisid üksikvasikad 111-l lehmale ning kaksikvasikaid sündis 8-l lehmale.

9.1 Üksik- või kaksikvasika sünnitanud lehmade terviseandmed

Üksik- või kaksikvasika sünnitanud lehmade terviseandmed haiguste lõikes on toodud tabelis 1. Üksikvasika sünnitanud lehmadest oli kliiniliselt haigeid loomi 51,4% ja kaksikvasika sünnitanud lehmadest olid kõik loomad kliiniliselt haiged ($P=0,008$).

Tabel 1. Üksik- või kaksikvasika sünnitanud lehmade terviseandmed

	Üksik vasika vanem n=111		Kaksikvasika vanem n=8	
	n=	%	n=	%
Abistamist vajav poegimine	6	5,4	2	25
Päramiste peetus	7	6,3	1	12,5
Metriit/Endometriit	3	27,9	5	62,5
Tsütoloogiline endometriit	3	27,9	5	62,5
Mastiit	8	7,2	1	12,5
Kliiniline hüpokaltseemia	3	2,7	0	0
Tugev longe	6	5,4	1	12,5
Haigestunud loomad kokku	57	51,4	8	100

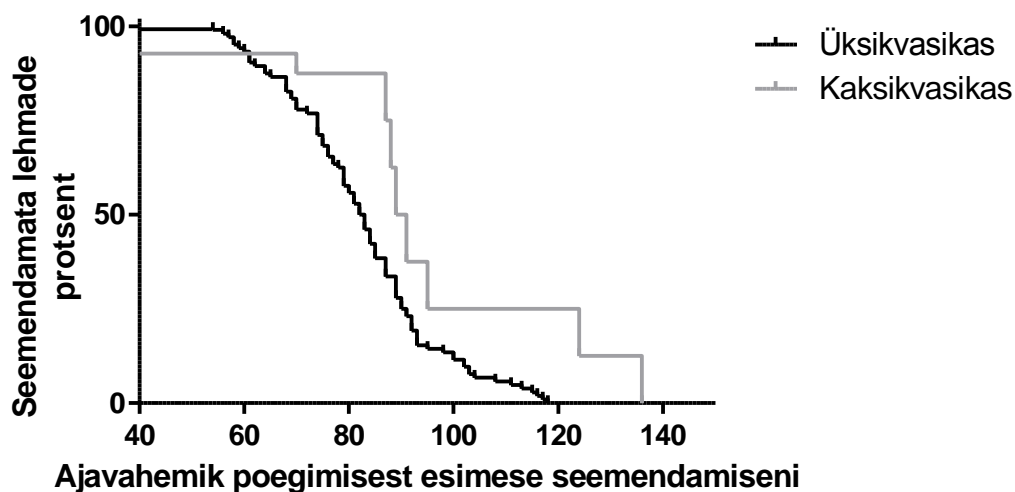
Haigustest diagnoositi kõige rohkem emakapõletikke. Emakapõletike, metriidi ja/või mädase tupenõre ja/või tsütoloogilise endometriidi esinemus oli suurem kaksikud sünnitanud lehmadel, võrreldes ühe vasika sünnitanud lemadega (87,5% vs. 46,0%; $OR=8,3$; $P=0,03$). Kaksikvasikate sünni puhul esines enam abi vajavaid poegimisi, kui üksikvasikate sünni puhul (25% vs. 5,4%; $P=0,09$).

9.1 Kaksikute seos sigimisparameetrite ja prakeerimisega

9.1.1 Ajavahemik poegimisest esimese seemendamiseni

Ajavahemikku poegimisest esimese seemendamiseni võrreldi Kaplan-Meieri elumusanalüüsiga. Elumusanalüüsi tulemustest selgus, et kaksikvasika sünnitanud lehmadel oli mediaan ajavahemik esimese seemendamiseni viis päeva pikem kui ühe vasika ilmale toonud lehmadega (Joonis 4).

Samade järel dusteni jõudsid oma uuringus Echternkamp & Gregory (1999), et üksikvasikate vanemate esimese seemendamiseni kulus vähem aega (56,9 päeva) kui kaksikvasikate sünni puhul (68,5 päeval $P<0,01$). Seega saab öelda, et kaksikvasikate sünn mõjutab esimese seemenduse aega võrreldes üksikvasikate vanematega. Pikenenud ajavahemik esimese seemenduseni võib sõltuda poegimise liigist ja seda võib seostada poegimisraskustega.



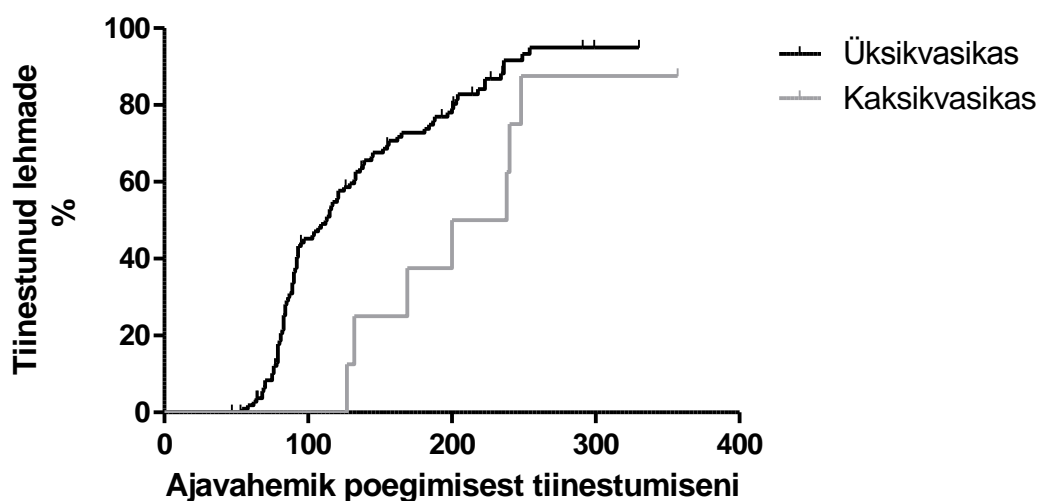
Joonis 4. Kaplan-Meieri hinnang ajavahemikule poegimisest esimese seemendamiseni. Kaksikute vanematel oli mediaan ajavahemik poegimisest seemendamiseni 90 päeva. See tähendab, et pooled lehmad (50%) seemendati enne 90. päeva ja pooled (50%) pärast 90. päeva. Kaksikute vanematel oli mediaan ajavahemik poegimisest seemendamiseni viie päeva võrra pikem võrreldes ühe vasika sünnitanud lehmadega ($P<0,01$).

9.1.2 Ajavahemik poegimisest tiinestumiseni

Kaksik- ja üksikvasikate vanemate ajavahemikku poegimisest tiinestumiseni võrreldi Kaplan-Meieri elumusanalüüsiga. Ajavahemik poegimisest tiinestumiseni põhineb tiinestumisandmetel. Kaplan-Meieri elumusanalüüsi tulemustest selgus, et mediaan ajavahemik poegimisest tiinestumiseni oli kaksikvasikate sünni puhul 106 päeva pikem võrreldes ühe vasika ilmale toonud lehmadega (Joonis 5).

Sellest võib järeldada, et kaksikvasikatel on negatiivne mõju emaslooma sigivusele ja tiinestumisele. Samade järeldusteni jõudsid ka Andreu-Vázquez *et al.* (2012), et kaksikute sünni puhul vähenes tiinustumine 0,76 korda enne 90. poegimisjärgset päeva. Andreu-Vázquez *et al.* (2012) uuringus oli mediaan ajavahemik poegimisest tiinestumiseni üksikvasikate vanematel ($108 \pm 0,8$ päeva) ja kaksikvasikate vanemate puhul ($134 \pm 4,5$ päeva; $P < 0,001$).

Uuringute vahelisi erinevusi võib seostada erinevate karja juhtimissüsteemidega. Abinõuks võib olla korralik poegimisjärgne tervise kontroll, erinevate sünkroniseerimisskeemide kasutamine, söötmis- ja pidamistingimused, mis võivad parandada tiinestumistulemusi enne 90. poegimisjärgset päeva.



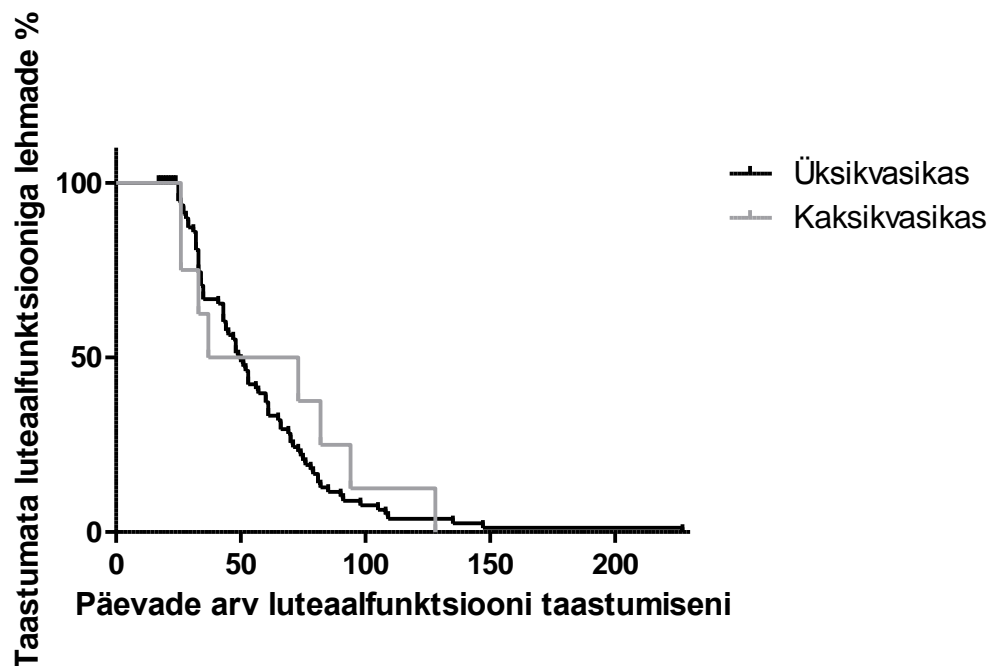
Joonis 5. Kaplan-Meieri hinnang ajavahemikule poegimisest tiinestumiseni. Vastavalt sellele, kas viimasel poegimisel sündisid kaksikud või üks vasikas, oli mediaan ajavahemik

poegimisest tiinestumiseni 113 päeva rühmas, kus sündis vaid üks vasikas. Kaksikute vanematel oli mediaan ajavahemik poegimisest tiinestumiseni 106 päeva võrra pikem võrreldes ühe vasika sünnitanud lehmadega ($P < 0,01$).

9.1.3 Luteaalfunktsiooni taastumise aeg

Kaksik- ja üksikvasikate vanemate sigimisparameetreid – luteaalfunktsiooni taastumist võrreldi Kaplan-Meieri elumusanalüüsiga. Kaplan-Meieri elumusanalüüsi tulemustest selgus, et kaksikvasika sünni puhul pikenes mediaan ajavahemik luteaalfunktsiooni taastumiseks viie päeva võrra võrreldes üksikvasikate vanematega (Joonis 6).

Poegimisjärgselt on oluline kindlaks teha, kas esineb luteaalfunktsiooni häireid. Hiline luteaalfunktsiooni taastumine võib pikendada aega tiinestumiseni. Korduva poeginud lehmade sigivus ja karjas püsivus sõltub IGF1 sisaldusest ja emakapõletike esinemisest (Valdmann *et al.* 2015). Seega on olulise tähtsusega kindlaks teha poegimisjärgselt esinevad emakapõletikud, et ravida neid õigeaegselt, mis annab võimaluse õigeaegselt lehmad uuesti tiinestada.



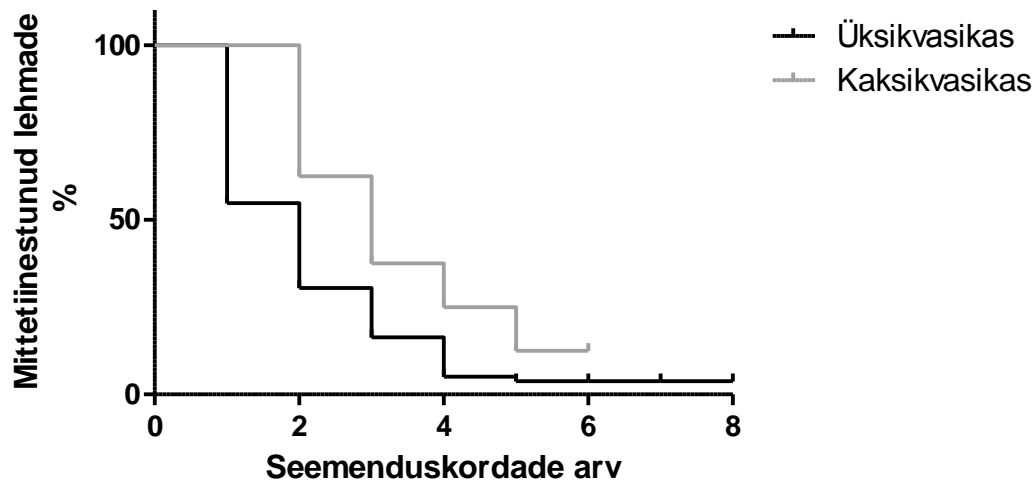
Joonis 6. Kaplan-Meieri hinnang luteaalfunktsiooni taastumisele lehmadel, kellel sündisid kaksikud või üks vasikas. Mediaan ajavahemik luteaalfunktsiooni taastumiseni ühe vasika sünnitanud lehmadel oli 50 päeva. Kaksikvasikad sünnitanud lehmade luteaalfunktsioon taastus viis päeva hiljem ($P < 0,1$)

9.1.4 Seemenduste arv tiinestumise kohta

Seemenduste arvu tiinestumise kohta kaksik- ja üksikvasikate vanematel võrreldi Kaplan-Meieri elumusanalüüsiga. Kaplan-Meieri elumusanalüüsi tulemustest selgus, et kaksikud ilmale toonud lehmadel suurenes mediaan seemenduskordade arv ühe võrra võrreldes lehmadega, kes tõid ilmale ühe vasika (Joonis 7).

Sarnaste tulemusteni jõudsid Sawa *et al.* (2012), et kaksikvasikate sünniga kaasneb halvenenud tiinestuvus. Sawa *et al.* (2012) täheldasid, et üksikvasikate vanemate seemenduskordade arv tiinestumise kohta oli (1,9; $P < 0,01$) ja kaksikvasikate puhul oli seemenduskordade arv (2,1; $P < 0,01$). Seemenduskordade arv tiinestumise kohta võib sõltuda väga mitmetest asjaoludest. Olulised on siin söötmis- ja pidamistingimused, karjajaldussüsteemid – innaavastamine, loomade ravimine. Kaksikvasikate esinemisel on

suurem tõenäosus varaseks embrüonaalseks suremuseks, mistõttu võib lehma tiinestamiseks vaja minna rohkem seemenduskordi.



Joonis 7. Kaplan-Meieri hinnang seemenduskordade arvu kohta. Mediaan seemenduskordade arv tiinestumise kohta oli kaksikud ilmale toonud lehmadel kolm ja ühe vasika ilmale toonud lehmade puhul kaks ($P < 0,01$)

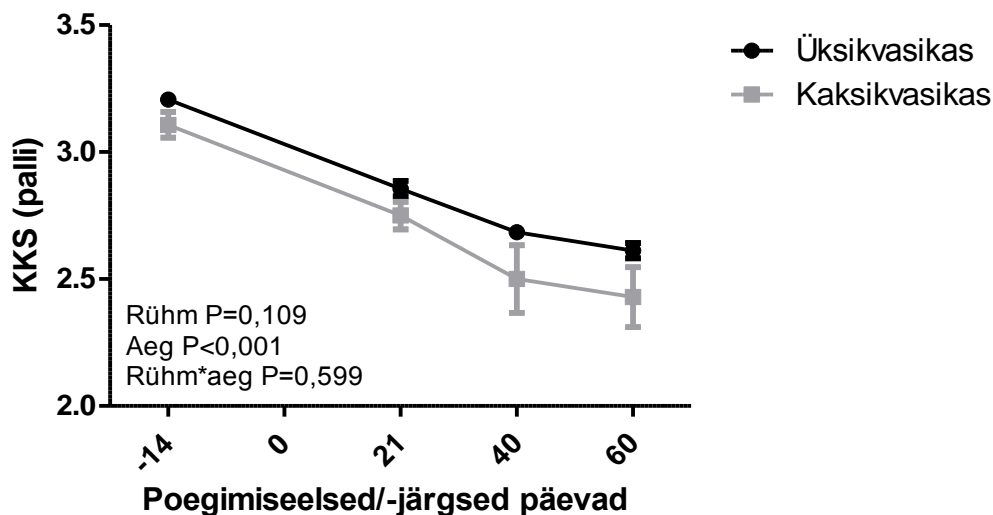
9.2 METABOOLSED JA ENDOKRIINSED MARKERID

9.2.1 Kehakonditsiooni skoor

Kehakonditsiooni skoori dünaamika üksik- ja kaksikvasikate vanematel on esitatud joonisel 8. Jooniselt 8 on näha, et KKS-i mõjutas hindamise aeg ($P < 0,001$), loomarühma ning rühma ja aja koosmõju ei mõjutanud KKS-i. Kehakonditsiooni skoor langes mõlemas rühmas paralleelselt. Neljateistkümnendal poegimiseelsel päeval ning kahekümne esimesel, neljakümnendal ja küüekümnendal poegimisjärgsel päeval KKS rühmiti ei erinenud ($P = 0,36$; $P = 0,46$; $P = 0,92$ ja $P = 0,13$).

Kehakonditsiooni skoor mõjutab poegimisjärgselt piimatoodangut, sigimiskäitumist ja tervist (Roche *et al.* 2009). Seega on poegimiseelsel perioodil oluline hoida lehmad optimaalses toitumuses (Roche *et al.* 2009). Normaalses KKS-s lehmad taastuvad

poegimisjärgselt kiiremini kui rasvunud lehmad. Roche *et al.* (2009) väidavad, et KKS >3,5 palli viib suurema KKS languseni pärast poegimist.



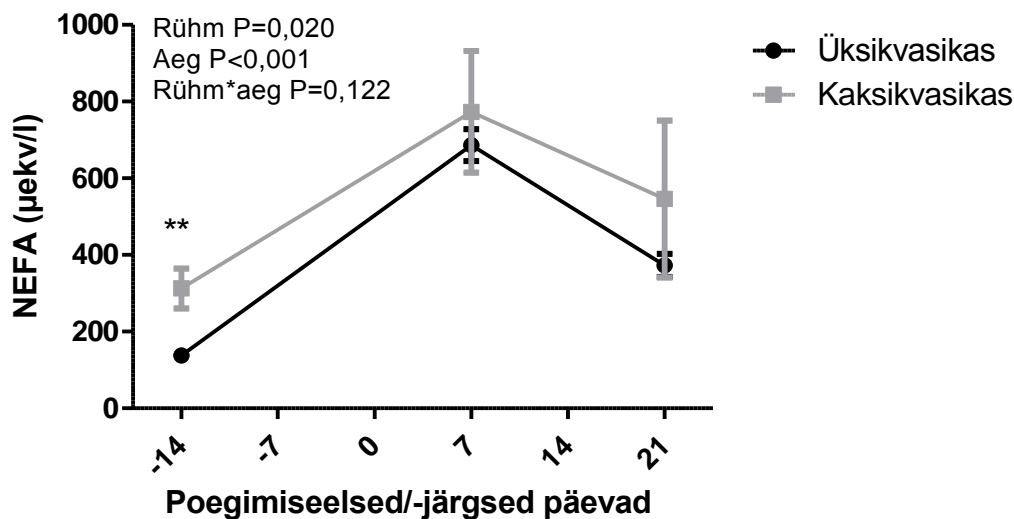
Joonis 8. Kehakonditsiooni skoor (KKS) (\pm sem) kaksik- ja üksikvasika vanematel 14. poegimiseelsel päeval ning 21., 40., ja 60. poegimisjärgsel päeval.

9.2.2 Esterifitseerimata rasvhapped

Esterifitseerimata rasvhapete dünaamika üksik- ja kaksikvasikate vanemate vereplasmas on esitatud joonisel 9. Jooniselt 9 on näha, et vereplasma NEFA sisaldust mõjutasid vereproovi võtmise aeg ja loomarühm ning rühma ja aja koosmõju ei mõjutanud NEFA kontsentratsiooni vereplasmas. Kaksikvasikate vanematel oli statistiliselt oluliselt kõrgem üldine vereplasma NEFA sisaldus ($P=0,02$), võrreldes üksikvasikate vanematega. Neljateistkümnendal poegimiseelsel päeval oli kaksikvasikate vanematel vereplasma NEFA sisaldus kõrgem, võrreldes üksikvasikate vanematega ($312,7 \pm 52,1$ vs. $138,1 \pm 11,5$ $\mu\text{Eq/L}$; $P=0,005$), kuid 7. ja 21. poegimisjärgsel päeval NEFA kontsentratsioonid rühmiti ei erinenud ($P=0,460$ ja $P=0,316$).

Garverick *et al.* (2013) leidsid, et vereplasma NEFA kontsentratsiooni mõõtmine ühe nädala jooksul pärast poegimist võib anda olulist informatsiooni lehma viljakuse kohta, mis ei sõltu samas esimese ovulatsiooni ajast. NEFA sisaldus vereplasmas peegeldab hästi keharasvade

mobilisatsiooni NEB perioodil või stressitingimustes. Seeläbi saame hinnata lehmade tervist poegimisjärgsetel päevadel kui lehmad on kõige vastuvõtlikumad haigustele. Lucy (2015) täheldas oma uuringus, et lehmad, kelle vereplasma NEFA kontsentratsioon oli poegimisjärgselt madalam, tiinestusid esimese seemenduse järel paremini kui lehmad, kelle vereplasma NEFA kontsentratsioon oli poegimisjärgselt kõrgem.

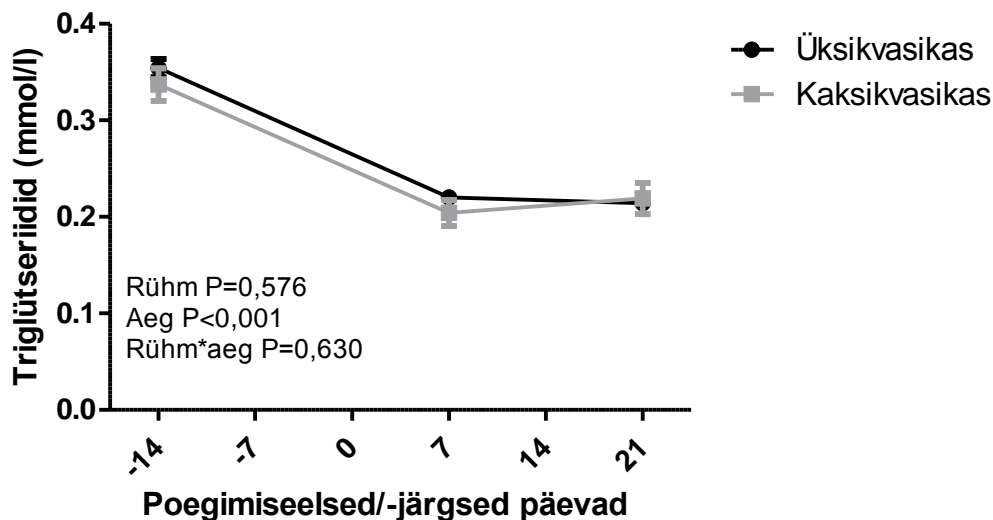


Joonis 9. Esterifitseerimata rasvhapete (NEFA) (\pm sem) kontsentratsioonid kaksik- ja üksikvasika vanemate vereplasmas 14. poegimiseelsel päeval ning 7. ja 21. poegimisjärgsel päeval. Sümbol joonisel näitab rühmade vahelist erinevust vereproovi võtmise päeval: ** $P<0,01$.

9.2.3 Triglütseriidid

Vereplasma triglütseriidide dünaamika üksik- ja kaksikvasikate vanemate vereplasmas on esitatud joonisel 10. Jooniselt 10 on näha, et vereplasma triglütseriidide sisaldust mõjutas vereproovi võtmise aeg ($P<0,001$); rühm ning rühma ja aja koosmõju ei mõjutanud triglütseriidide sisaldust vereplasmas. Triglütseriidide sisaldus vereplasmas langes mõlemas rühmas paralleelselt. Neljateistkümnendal poegimiseelsel päeval ning 7. ja 21. poegimisjärgsel päeval triglütseriidide kontsentratsioonid rühmiti ei erinenud ($P=0,743$; $P=0,300$ ja $P=0,798$).

Silva-del Rio *et al.* (2014) leidsid, et kaksikvasikate vanematel on vereplasmas kõrgem triglütseriidide sisaldus võrreldes üksikvasikate vanematega. Kõrgenenud triglütseriidide sisaldus vereplasmas viitab keharasvade mobilisatsioonile, mida organism saab kasutada energiaallikana. Samas leidsid Dann *et al* (2006), et erinevad söötmisstrateegiad enne poegimist ei mõjutanud triglütseriidide sisaldust vereplasmas.

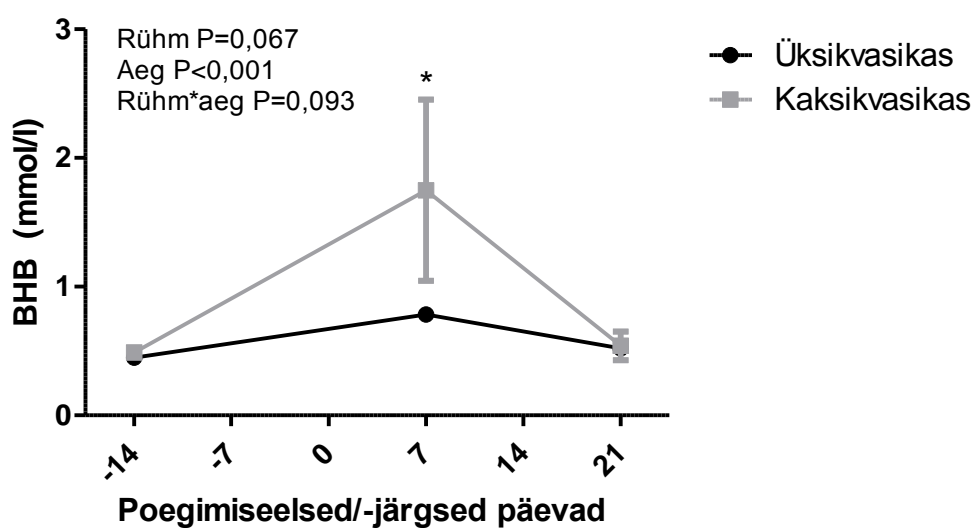


Joonis 10. Triglütseriidide (\pm sem) kontsentratsioonid kaksik- ja üksikvasika vanemate vereplasmas 14. poegimiseelsel päeval ning 7. ja 21. poegimisjärgsel päeval.

9.2.4 Beeta-hüdroksübuturaat

Beeta-hüdroksübuturaadi dünaamika üksik- ja kaksikvasikate vanemate vereplasmas on esitatud joonisel 11. Jooniselt 11 on näha, et vereplasma BHB sisaldust mõjutasid vereproovi võtmise aeg, loomarühm ning rühma ja aja koosmõju. Kaksikvasikate vanematel oli tendents kõrgemale üldisele vereplasma BHB sisaldusele ($P=0,067$) võrreldes üksikvasikate vanematega. Seitsmendal poegimisjärgsel päeval oli kaksikvasikate vanematel vereplasma BHB sisaldus kõrgem võrreldes üksikvasikate vanematega ($1,7 \pm 0,7$ vs. $0,7 \pm 0,05$ mmol/l; $P=0,020$), kuid 14. poegimiseelsel ja 21. poegimisjärgsel päeval BHB kontsentratsioonid rühmiti ei erinenud ($P=0,441$ ja $P=0,790$).

Sarnaste tulemusteni jõudsid Silva-del Rio *et al.* (2014), et kaksikvasikate vanematel on tendents kõrgemale üldisele vereplasma BHB sisaldusele ($P=0,06$) võrreldes üksikvasikate vanematega. BHB määramine on hea indikaator hindamaks lehmade ainevahetushaigusi, eeskätt ketoosi. Õigete söötmisvõtetega saab üleminekuperioodil vähendada ainevahetushaiguste esinemise riski. Samuti täheldasid Duffield *et al.* (2009), et kõrgeenenud BHB kontsentratsioon vereplasmas esimesel poegimisjärgsel nädalal >1 mmol/l ja teisel poegimisjärgsel nädalal $>1,4$ mmol/l vähendas tiinestumist esimesest seemendamisest.



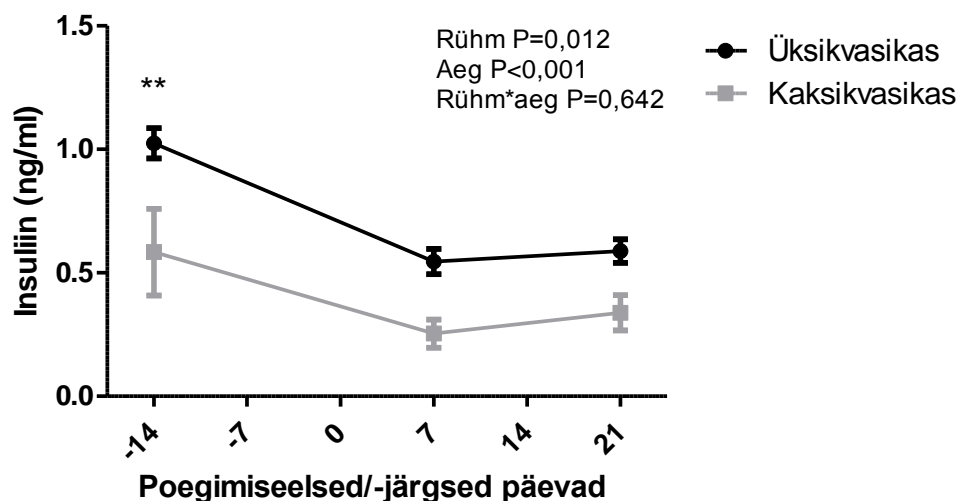
Joonis 11. Beeta-hüdroksübuturaadi (BHB) (\pm sem) kontsentratsioonid kaksik- ja üksikvasika vanemate vereplasmas 14. poegimiseelsel päeval ning 7. ja 21. poegimisjärgsel päeval. Sümbol joonisel näitab rühmade vahelist erinevust vereproovi võtmise päeval: * $P<0,05$.

9.2.5 Insuliin

Vereplasma insuliini sisalduse dünaamika üksik- ja kaksikvasikate vanemate vereplasmas on esitatud joonisel 12. Jooniselt 12 on näha, et vereplasma insuliini sisaldust mõjutasid vereproovi võtmise aeg ja loomarühm, rühma ja aja koosmõju ei mõjutanud insuliini kontsentratsiooni vereplasmas. Üksikvasikate vanematel oli oluliselt kõrgem üldine vereplasma insuliini sisaldus ($P=0,012$) võrreldes kaksikvasikate vanematega.

Neljateistkümnendal poegimiseelsel päeval oli üksikvasikate vanematel vereplasma insuliini sisaldus kõrgem võrreldes kaksikvasikate vanematega ($1,0 \pm 0,06$ vs. $0,5 \pm 0,1$ ng/ml, $P=0,003$). Seitsmendal poegimisjärgsel päeval oli üksikvasikate vanematel tendents kõrgemale üldisele vereplasma insuliini sisaldusele ($P=0,062$) kuid 21. poegimisjärgsel päeval insuliini kontsentratsioon rühmiti ei erinenud ($P=0,255$).

Sarnaste tulemusteni jõudsid Janovick *et al.* (2011), et enne poegimist on üksikvasikate vanemate vereplasma insuliini kontsentratsioon kõrgem ($P=0,005$) võrreldes kaksikvasikate vanematega. Dann *et al.* (2006) täheldasid, et vereplasma insuliini kontsentratsioon on seotud poegimiseelse söötmise tasemega. Sama väidavad Janovick *et al.* (2006), et lehmadel keda söödeti üle tarbenormide, oli vereplasma insuliini sisaldus kõrgem kui lehmadel, keda söödeti tarbenormide või tarbenormidest väiksema energiasisaldusega ratsiooniga. Janovick *et al.* (2011) kinnitab oma uuringus, et poegimispäeval erinesid kaksik- ja üksikvasikate vanemate vereplasma insuliini kontsentratsioonid, ent poegimisjärgselt erinevusi enam ei esinenud. Seega saab öelda, et erinevate söötmisvõtete annab teataval määral mõjutada vereplasma insuliini sisaldust.

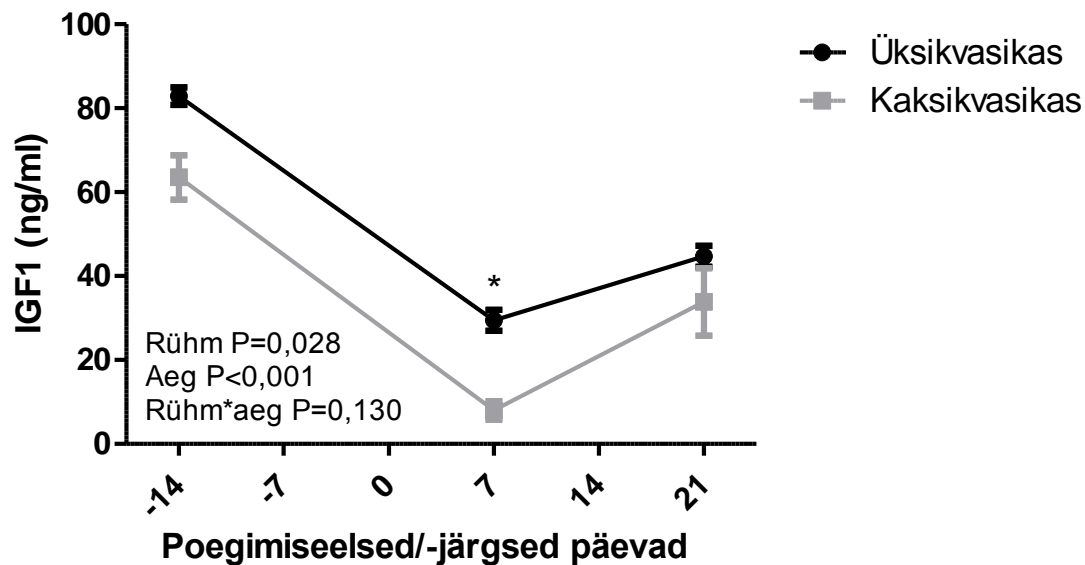


Joonis 12. Vereplasma insuliini (\pm sem) kontsentratsioonid kaksik- ja üksikvasika vanemate veres 14. poegimiseelsel päeval ning 7. ja 21. poegimisjärgsel päeval. Sümbolid joonisel näitavad rühmade vahelist erinevust vereproovi võtmise päeval: $**P<0,01$.

9.2.6 Insuliinisarnane kasvufaktor-1

Vereplasma insuliinisarnase kasvufaktor-1 dünaamika üksik- ja kaksikvasikate vanemate vereplasmas on esitatud joonisel 13. Jooniselt 13 on näha, et vereplasma IGF1 sisaldust mõjutasid vereproovi võtmise aeg ja loomarühm ning rühma ja aja koosmõju ei mõjutanud IGF1 kontsentratsiooni vereplasmas. Üksikvasikate vanematel oli statistiliselt oluliselt kõrgem üldine vereplasma IGF1 sisaldus ($P=0,028$) võrreldes kaksikvasikate vanematega. Seitsmendal poegimisjärgsel päeval oli üksikvasikate vanematel vereplasma IGF1 sisaldus kõrgem, võrreldes kaksikvasikate vanematega ($29,4 \pm 2,4$ vs. $8,0 \pm 2,1$ ng/ml, $P=0,039$), kuid 14. poegimiseelsel ja 21. poegimisjärgsel päeval IGF1 kontsentratsioonid rühmiti ei erinenud ($P=0,258$ ja $P=0,245$).

Wathes *et al.* (2007) täheldasid oma uuringus, et üksikvasikate vanemate vereplasma IGF1 kontsentratsioonid on kõrgemad võrreldes kaksikvasikate vanematega. Lisaks leiti, et vanuse ja laktatsiooni arvu vahel esines erinevusi (Wathes *et al.* 2007), vanematel lehmadel on vereplasma IGF1 sisaldus madalam. Samas leiab kirjanduse andmetel väga mitmeid vastuolulisi uuringuid, kus kord on kaksikvasikate vanemate vereplasma IGF1 sisaldus kõrgem ja vastupidi (Morales Piñeyrua *et al.* 2018; Meikle *et al.* 2004). Erinevusi võib siin seostada karjade geneetiliste ja geograafiliste erinevustega, lisaks farmi üldise majandamise ja juhtimisega.

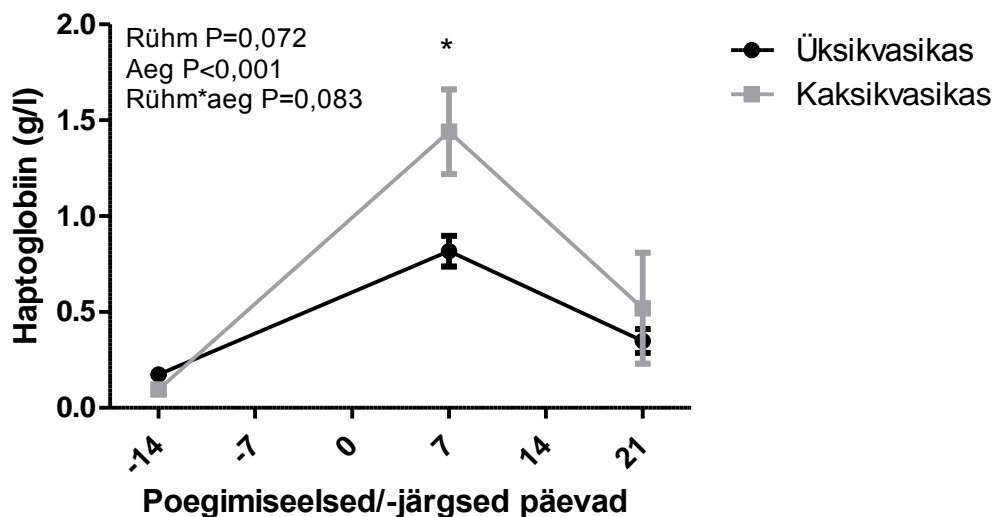


Joonis 13. Insuliinisarnase kasvufaktori-1 (IGF1) (\pm sem) kontsentratsioonid kaksik- ja üksikvasika vanemate vereplasmas 14. poegimiseelsel ning 7. ja 21. poegimisjärgsel päeval. Sümbol joonisel näitab rühmade vahelist erinevust vereproovi võtmise päeval: * $P<0,05$.

9.2.7 Haptoglobiin

Haptoglobiini dünaamika üksik- ja kaksikvasikate vanemate vereplasmas on esitatud joonisel 14. Jooniselt 14 on näha, et vereplasma haptoglobiini sisaldust mõjutasid vereproovi võtmise aeg, loomarühm ning rühma ja aja koosmõju. Kaksikvasikate vanematel oli tendents kõrgemale üldisele vereplasma haptoglobiini sisaldusele ($P=0,072$) võrreldes üksikvasikate vanematega. Seitsmendal poegimisjärgsel päeval oli kaksikvasikate vanematel vereplasma haptoglobiini sisaldus kõrgem võrreldes üksikvasikate vanematega ($1,4\pm0,2$ vs. $0,8\pm0,07$ g/l, $P<0,020$), kuid 14. poegimiseelsel päeval ja 21. poegimisjärgsel päeval haptoglobiini kontsentratsioonid rühmiti ei erinenud ($P=0,812$ ja $P=0,329$).

Sarnaste järeldusteni jõudis Sabedra (2012), et poegimisjärgselt on kaksikvasikate vanematel vereplasmas kõrgem Hp sisaldus. Vereplasma Hp kontsentratsiooni tõus esimesel nädalal pärast poegimist viitab rasvunud maksa sündroomile (Ametaj *et al.* 2005) ja metriidile (Huzzey *et al.* 2005; Dubuc *et al.* 2010).

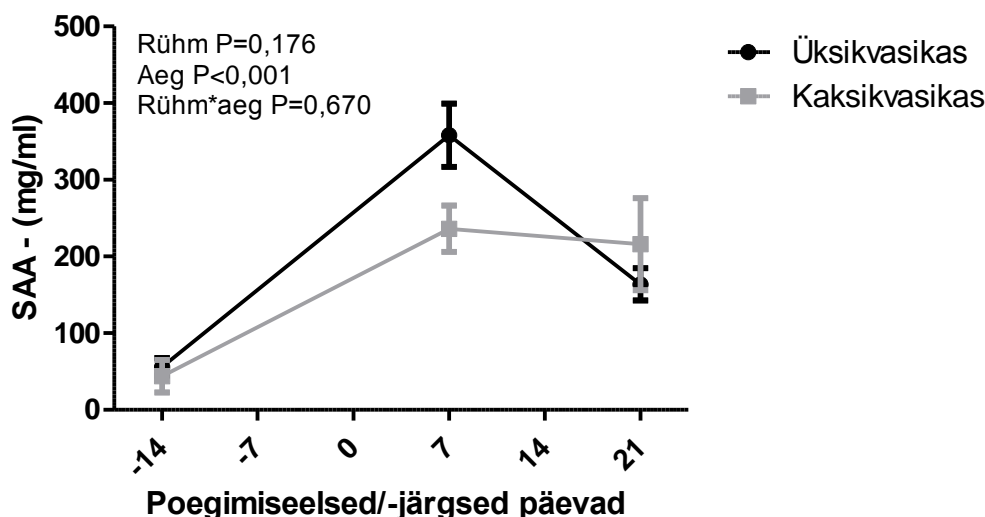


Joonis 14. Vereplasma haptoglobiini (\pm sem) kontsentratsioonid kaksik- ja üksikvasika vanemate veres 14. poegimiseelsel päeval ning 7. ja 21. poegimisjärgsel päeval. Sümbol joonisel näitab rühmade vahelist erinevust vereproovi võtmise päeval: * $P<0,05$.

9.2.8 Seerumi amüloid A

Seerumi amüloid A dünaamika üksik- ja kaksikvasikate vanemate vereplasmas on esitatud joonisel 15. Jooniselt 15 on näha, et vereplasma SAA sisaldust mõjutas vereproovi võtmise aeg; loomarühm ning rühma ja aja koosmõju ei mõjutanud SAA sisaldust vereplasmas. Kahe rühma vahel ei esinenud statistilist erinevust ($P=0,176$). Rühmiti vereplasma SAA kontsentratsioonid 14. poegimiseelsel päeval ning 7. ja 21. poegimisjärgsel päeval ei erinenud ($P=0,356$; $P=0,889$; $P=0,255$).

Seerumi amüloid A on heaks subkliiniliste haiguste esinemise indikaatoriks. Vähe on uuritud kaksik- ja üksikvasikate SAA vahelisi erinevusi. On kindlaks tehtud, et SAA sisalduse järgi saab diagnoosida mastiidi esinemist (Gerardi *et al.* 2009).



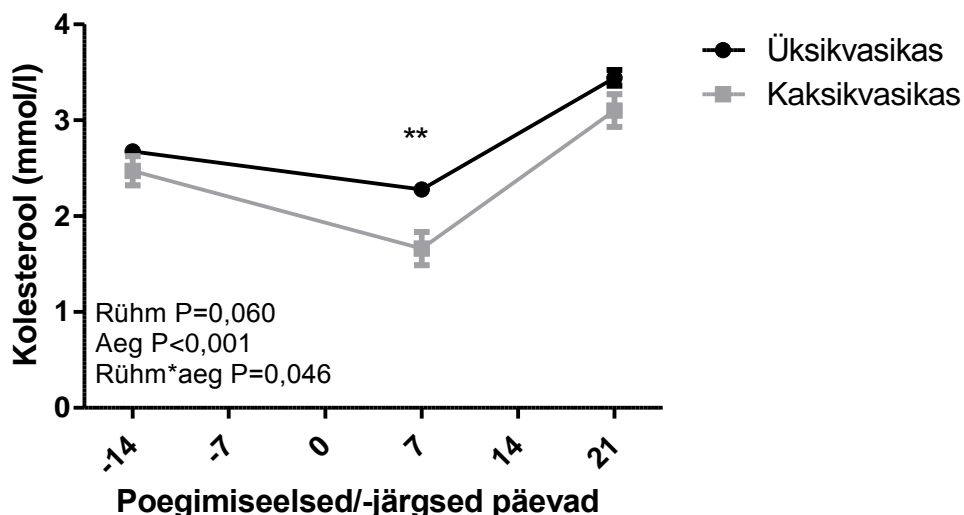
Joonis 15. Seerumi amüloid A (SAA) (\pm sem) kontsentratsioonid kaksik- ja üksikvasika vanemate vereplasmas 14. poegimiseelsel päeval ning 7. ja 21. poegimisjärgsel päeval.

9.2.9 Kolesterool

Kolesterooli dünaamika üksik- ja kaksikvasikate vanemate vereplasmas on esitatud joonisel 16. Jooniselt 16 on näha, et vereplasma kolesterooli sisaldust mõjutasid vereproovi võtmise aeg, loomarühm ning rühma ja aja koosmõju. Üksikvasikate vanematel oli tendents kõrgemale üldisele vereplasma kolesterooli sisaldusele ($P=0,060$) võrreldes kaksikvasikate vanematega. Seitsmendal poegimisjärgsel päeval oli üksikvasikate vanematel vereplasma kolesterooli sisaldus kõrgem, võrreldes kaksikvasikate vanematega ($2,2 \pm 0,05$ vs. $1,6 \pm 0,1$ mmol/l, $P<0,004$), kuid 14. poegimiseelsel ja 21. poegimisjärgsel päeval kolesterooli kontsentratsioonid rühmiti ei erinenud ($P=0,458$ ja $P=0,474$).

Van Kneysel *et al.* (2007) täheldasid, et ettesöötmisratsioon avaldab mõju vereplasma kolesterooli sisaldusele. Kaksikvasikate vanemate vereplasma kolesterooli kontsentratsioonid olid suuremad ($P<0,05$) kui neile anti enne poegimist lipogeenset sööta võrreldes glükogeense ratsiooniga (van Kneysel *et al.* 2007). Lisaks täheldasid van Kneysel *et al.* (2007), et üksikvasikate vanematel, keda söödeti glükogeense ratsiooniga oli vereplasma kolesterooli tase madalam ($P<0,05$).

Seega saab öelda, et ettesöötmisratsioonil on tähtsus ja mõju algavale laktatsioonile.

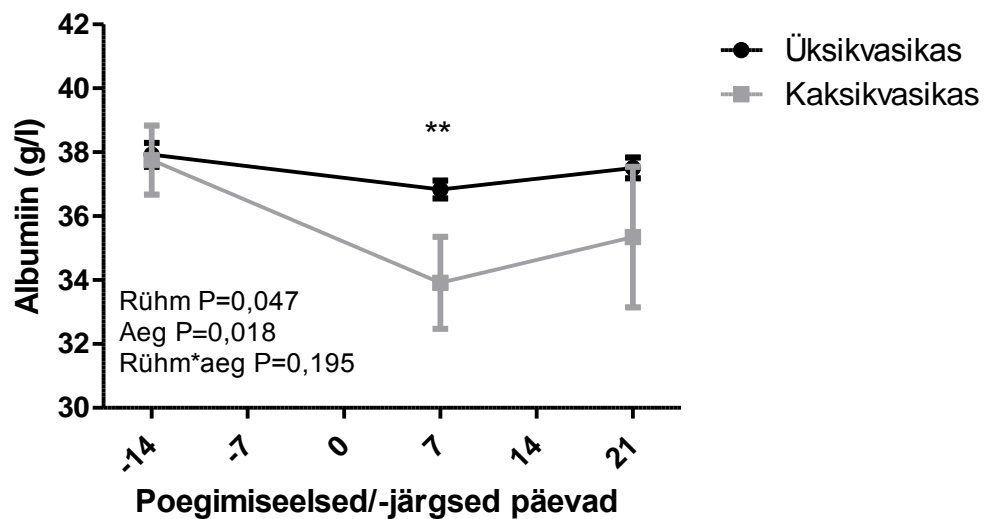


Joonis 16. Vereplasma kolesterooli (\pm sem) kontsentratsioonid kaksik- ja üksikvasika vanemate vereplasmas 14. poegimiseelsel päeval ning 7. ja 21. poegimisjärgsel päeval. Sümbol joonisel näitab rühmade vahelist erinevust vereproovi võtmise päeval: ** $P < 0,01$.

9.2.10 Albumiin

Albumiini dünaamika üksik- ja kaksikvasikate vanemate vereplasmas on esitatud joonisel 17. Jooniselt 17 on näha, et vereplasma albumiini sisaldust mõjutas loomarühm, aeg ning rühma ja aja koosmõju ei mõjutanud albumiini sisaldust vereplasmas. Üksikvasikate vanematel oli statistiliselt oluliselt kõrgem üldine vereplasma albumiini sisaldus ($P=0,047$). Seitsmendal poegimisjärgsel päeval oli üksikvasikate vanematel vereplasma albumiini sisaldus kõrgem võrreldes kaksikvasikate vanematega ($36,8 \pm 0,2$ vs. $33,9 \pm 1,4$ g/l; $P=0,010$) ning 21. poegimisjärgsel päeval oli üksikvasikate vanematel tendents kõrgemale üldisele vereplasma albumiini sisaldusele ($P=0,088$). Neljateistkümnendal poegimiseelsel päeval albumiini kontsentratsioonid rühmiti ei erinenud ($P=0,971$).

Albumiini võib pidada maksafunktsioonide indikaatoriks. Madal insuliini kontsentratsioon vereplasmas võib viidata rasvunud maksa sündroomile (Bobe *et al.* 2004). Kinnitamaks maksafunktsioonide ja albumiini vahelist seost, tuleks seda teemat põhjalikumalt uurida.



Joonis 17. Albumiini (\pm sem) kontsentratsioonid kaksik- ja üksikvasika vanemate veres 14. poegimiseelsel päeval ning 7. ja 21. poegimisjärgsel päeval. Sümbol joonisel näitab rühmade vahelist erinevust vereproovi võtmise päeval: ** $P < 0,01$.

KOKKUVÕTE JA JÄRELDUSED

Magistritöö eesmärgiks oli välja selgitada kaksik- ja üksikvasikate vanemate endokriinsete ja ainevahetuslike profiilide erinevus ning mõju sigivusele.

Uuring viidi läbi 1200 lüpsilehmaga tootmisfarmis, kus uuringusse kaasati 119 eesti holsteini tõugu korduvpoeginud lehma. Võrreldi kaksikvasikate (n=8) tervise ja sigimisenäitajaid, ainevahetuslikke ja endokriinseid profiile üksikvasikate vanemate (n=111) vastavate näitajatega.

Magistritöös uuritud kaksikute vanematel esines sügavam poegimiseelne ja poegimisjärgne NEB. Seda olukorda peegeldasid hästi vereplasma metaboliitide ja ainevahetushormoonide kontsentratsioonide mõõtmine lehmade vereplasmast. Enne poegimist oli kaksikvasikate vanemate vereplasma NEFA sisaldus kõrgem ($P=0,005$), mida saab otseselt seostada sigivusega ja keharasvade mobilisatsiooniga enne poegimist. Poegimisjärgselt olid kaksikvasikate vanematel BHB kontsentratsioonid veres kõrgemad ($P=0,020$), mida saab seostada ainevahetushaiguste esinemisega. On täheldatud, et NEB vähendab lehmade immuunsust ja vastuvõtlikkust haigustele. Kaksikvasikate vanematel on NEB tõttu nõrgenenud immuunsus ning kaksikute sünni tõttu esineb neil enam emaka ja emaka limaskesta vigastusi. Kuna kõikidel lehmadel saastuvad poegimise ajal või vahetult pärast poegimist emakad 100% bakteritega, siis kaksikute vanemate nõrgenenud immuunfunktsioon koos emaka limaskesta vigastusega muudab nad emakapõletikele eriti vastuvõtlikuks.

Poegimiseelselt oli üksikvasikate vanemate vereplasma insuliini sisaldus kõrgem ($P=0,012$) võrreldes kaksikvasikate vanematega. Insuliini tase vereplasmas annab head informatsiooni poegimiseelse söötmise kohta. Samuti oli üksikvasikate vanematel kõrgem üldine vereplasma IFG-1 sisaldus ($P=0,028$). Insuliini sarnane kasfufaktor-1 on otseselt seotud reproduktsiooni ja fertiilsusega ning olulist rolli mängib ka see immuunsuse tagamisel. Lehmadel, kes on poegimisjärgselt heas toitumuses, kelle energiatarve on kaetud, on vereplasma IGF1 sisaldus kõrgem. Seetõttu on need lehmad parema immuunsusega ning haigustele vähem vastuvõtlikumad.

Olulist informatsiooni organismi üldisele põletikereaktsiooni kohta annab Hp sisalduse määramine vereplasmas. Kaksikvasikate vanematel oli tendents üldisele kõrgemale Hp sisaldusele vereplasmas ($P=0,072$). Haptoglobiinisalduse kasvu saab seostada rasvunud maksa sündroomi ning metriidi esinemise riskiga. Maksafunktsioonide ja rasvunud maksa sündroomi kohta annab informatsiooni ka albumiini mõõtmine vereplasmas. Üksikvasikate vanematel oli kõrgem üldine vereplasma albumiini sisaldus ($P=0,047$).

Käesolevast magistritööst selgus, et poegimisejärgselt 100% kaksikvasikate vanematest ja 51,4% üksikvasikate vanematest põdes mõnda haigust. Haigestustest esines kõige sagedamini emakapõletikke. Emakapõletike (metriidi, mädase tupenõre ja tsütoloogilise endometriidi) esinemus oli suurem kaksikud sünnitanud lehmadel, võrreldes ühe vasika sünnitanud lemadega (87,5% vs. 46,0%; $P=0,03$). Emakapõletike kõrgem esinemus kaksikute vanematel selgitab vähemalt osaliselt kaksikute vanemate madalamat sigivust, võrreldes üksikvasika vanematega.

Kuna käesolevas magistritöös on uuritud Eestis esinevate kaksik- ja üksikvasikate vanemate sigivust, siis kerkisid esile mitmed küsimused, mida võiks järgnevates uuringutes selgitada:

- uurida, mida teha, kui diagnoositakse kaksikud;
- uurida, kuidas hallata lehma, kellel on diagnoositud kaksikud

KASUTATUD KIRJANDUS

- Ametaj, B.N., Bradford, B.J., Bibe, G., Nafikov, R.A., Lu, Y., Young, J.W., Beitz, D.C.** (2005). Strong relationship between mediators of the acute phase response and fatty liver in dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science*. Vol. 85, No. 2., pp. 165-175
- Andreu-Vazquez, C., Garcia-Ispuerto, I., Ganau, S., Fricke, P.M., Lapez-Gatius, F.** (2012). Effect of twinning on the subsequent reproductive performance and productive lifespan of high-producing dairy cows. *An International Journal of Animal Reproduction*. Vol. 78, No. 9, pp. 2061-2070
- Augustin, R.** (2010). The protein family of glucose transport facilitators: It's not only about glucose after all. *IUBMB Life*. Vol. 62, No. 5, pp. 315-333
- Barletta, R.V., Maturana, F.M., Carvalho, P.D., Velle, T.A., Netto, A.S., Renno, F.P., Mingoti, R.D., Gandra, J.R., Maurao, G.B., Fricke, P.M., Sartori, R., Madureira, E.H., Wiltbank, M.C.** (2017). Association of changes among body condition score during the transition period with NEFA and BHBA concentrations, milk production, fertility and health on holstein cows. *Theriogenology*. No. 104, pp. 30-36
- Battagin, M., Tiezzi, F., Cassandro, M., Matecca, C.** (No data). Causal relationship between milk yield, body condition score and fertility in Italian Holstein Friesian dairy cattle. *Proceedings 10th World Congress of Genetics Applied to Livestock Production*
- Beerepoot, G.M.M., Dykhuizen, A.A., Nielen, Y., Schukken, Y.H.** (1992). The economics of naturally occurring twinning in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. Vol. 75, No. 4, pp. 1044-1051
- Bell, M.J., Roberts, D.J.** (2007). Effect of twinning on the feed Intake, performance and health of dairy cows. *Livestock Science*. Vol. 107, No. 2-3, pp. 274-281
- Berg, L.C., Thomsen, P.D., Andersen, P.H., Jensen, H.E., Jacobsen, S.** (2011). Serum amyloid A is expressed in histologically normal tissues from horses and cattle. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. Vol. 144, No. 1-2, pp. 155-159

- Bierman, C.D., Kim, E., Shi, X.W., Weigel, K., Jeffrey, B.P., Kirkpatrick, B.W.** (2010). Validation of whole genome linkage-linkage disequilibrium and association results, and identification of markers to predict genetic merit for twinning. *Animal Genetics*. Vol. 41, No. 4, pp. 406-416
- Buoen, L.H., Zhang, T.Q., Wever, A.F., Ruth G.R.** (1992). Non-freemartin rate in Holstein heterosexual twins. - *American Association of Bovine Practitioners Conference*. Vol. 1, pp. 300
- Butler, W. R.** (2003). Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. Department of Animal Science, Cornell University. *Livestock Production Science* 83:211–218
- Carolyn, C., Zaias, J., Altman, N.H.** (2009). Acute phase response in animals: a review. *Comparative Medicine*. Vol. 59, No. 6, pp. 517-526
- Chebel, R.C., Rubeiro, E.S.** (2016). Reproductive system for North American dairy cattle herds. *Journal Verinary Clinics: Food Animal Practice*. Vol, 32, No 2, pp. 267 – 284
- Clemmons, D, R.** (2004). The relative roles of growth hormone and IGF-1 in controlling insulin sensitivity. *The journal of Clinical Investigation*. Vol. 113, No. 1, pp. 25-27
- Cooray, R., Waller, K.P., Venge, P.** (2007). Heptoglobin comprises about 10% of granule pretein extracted from bovine granulocytes isolated from healthy cattle. *Veterinary Immunology and Immunophatology*. Vol. 119, No. 3-4, pp. 310-315
- Cooper, E.H.** (1990). Acute phase reactant proteins. *Immunology Series*. Vol. 53, pp. 521-536
- Dann, H.M., Litherland, N.B., Underwood, J.P., Bionaz, M., D`Angelo, A., McFadden, J.W., Drackley, J.K.** (2006). Diets during far-off and close-up dry periods affect periparturient metabolism and lactation in multiparous cows. Vol, 89, No 9, pp. 3564-3577
- Dilda, F., Pisani, L.F., Rahman, M.M., Modina, S., Tessaro, I., Sartorelli, P., Ceciliani, F., Lecchi, C.** (2012). Distribution of acute phase protein in the bovine forestomachs and abomasum. *Veterinary journal*. Vol. 192, No. 1, pp. 101-105
- Dominique, S.A.** (2012). Serum haptoglobin as an indicator for calving difficulties and postpartal diseases in transition dairy cows. Oregon State University. https://ir.library.oregonstate.edu/concern/undergraduate_thesis_or_projects/w0892c88q (vaadatud 19.05.2018)

- Dubac, J., Duffield, T.F., Leslie, K.E., Walton, J.S., LeBlanc, S.J.** (2010). Risk factors for postpartum uterine diseases in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 93, No. 12, pp. 5764-5771
- Duffield, T., LeBlanc, S., Leslie, K.** (2005). Impact of subclinical metabolic disease on risk of early lactation culling. American Dairy Science Association Annual Meeting. *Journal of Dairy Science*.
- Duffield, T.F., Lissemore, K.D., McBride, B.W., Leslie, K.E.** (2009). Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production. *Journal of Dairy Science*. Vol. 92, No. 2, pp. 571-580
- Duffield, T.** (2000). Subclinical ketosis in lactating dairy cattle. *Veterinary clinics of North America: Food Animal Practice*. Vol. 16, No. 2, pp. 231-253
- Duffield, T., Bagg, R., DesCoteaux, L., Bouchard, M., Brodeur, M., DuTremblay, D., Keefe, G., LeBlanc, S., Dick, P.** (2002). Prepartum monezin for the reduction of energy associated disease in postpartum dairy cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 85, No. 2, pp. 397-405
- Duffield, T.F., LeBlanc, S., Bagg, R., Leslie, K., Ten Hag, J., Dick, P.** (2003). Effect of a monezin controlled release capsule on metabolic parameters in transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 86, No. 4, pp. 1171-1176
- Dunn, H. O., K. McEntee, C. E. Hall, R. H. Johnson, Jr., and W. H. Stone.** (1979). Cytogenetic and reproductive studies of bulls born co-twin with freemartins. *J. Reprod. Fertil.* 57: 21-30
- Echterkamp, S.E., Gregory, K.E.** (1999). Effect of twinning on postpartum reproductive performance in cattle selected for twin births. – *J. Anim. Sci.* Vol. 77, pp. 48-60
- Eckersall, P.D., Bell, R.** (2010). Acute phase proteins: Biomarkers of infection and inflammation in veterinary medicine. *The Veterinary Journal*. Vol. 185, No. 1, pp. 23-27
- Eckersall, P.D., Conner, J.G.** (1988). Bovine and canine acute phase proteins. *Veterinary Research Communications*. Vol. 12, No. 2-3, pp. 169-178
- Eddy, R. G., Davies O., David. C.** (1991). An economic assessment of twin births in British dairy herds. *Vet. Rec.* Vol 129, pp. 526-529

Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli AS. Eesti Jõudluskontrolli Aastaraamatud.
[veebileht]
<https://www.jkkeskus.ee/jkk/piimaveised/statistika/j%C3%B5udluskontrolli-aastaraamatud/>
(vaadatud 24.05.2018)

Fanali, G., DiMasi, A., Trezza, V., Fasano, M., Ascenzi, P. (2012). Human serum albumin: from bench to bedside. *Molecular aspect of medicine*. Vol. 33, No. 3, pp. 209-290

Ferguson, J. D., D. T. Galligan, and N. Thomsen. (1994). Principal Descriptors of Body Condition Score in Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 77, No. 9, pp. 2695-2703.

Fricke, P.M. (2001). Twinning in Dairy Cattle. – *The Professional Animal Scientist*. Vol. 17, No. 2, pp. 61-67

Fricke, P.M., Wiltbank, M.C. (1999). Effect of milk production on the incidence of double ovulation in dairy cows. – *Theriogenology*. Vol 52, pp 1133-1143

Fries, J. (2009). Insulin-like growth factors (IGF). *BioFiles*. Vol. 4, No. 4, pp.12

Garro, C.J., Mian, L., Cabos, Roldan, M. (2013). Subclinical ketosis in dairy cows: prevalence and risk factors in grazing production system. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. Vol. 98, No. 5, pp. 838-844

Garverick , H.A., Harris, M.N., Vogel-Bluel, R., Sampson, J.D., Bader, J., Lamberson, W.R., Spain, J.N., Lucy, M.C., Youngquist, R.S. (2013). Concentrations of nonesterified fatty acids and glucose in blood of periparturient dairy cows are indicative of pregnancy success at first insemination. *Journal of Dairy Science*. Vol. 96, No. 1, pp. 181-188

Gatius, F.L., Bejar. M.L., Fenech, M., Hunter, R.H.F. (2005). Ovulation failure and double ovulation in dairy cattle: risk factors and effects. *An International Journal of Animal reproduction*. Vol. 63, No. 5, pp. 1298-1307

Grummer, R.R. (1995). Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *Journal of Animal Science*. Vol. 73, No. 9, pp. 2820-2833

Hammon, D.S., Evjen, I.M., Dhiman, T.R., Goff, J.P., Walters, J.L. (2006). Neutrophil function and energy status in holstein cows with uterine health disorder. *Vet. Immunology and immunopathology*. Vol. 113, pp. 21-29

- Hayirli, A.** (2006). The role of exogenous insulin in the complex of hepatic lipidosis and ketosis associated with insulin resistance phenomenon in postpartum dairy cattle. *Veterinary Research communications*. Vol. 30, No. 7, pp. 749-774
- Herd, T.H.** (2000). Ruminant adaptation to negative energy balance: Influences on the etiology of ketosis and fatty liver. *Veterinary clinics of the North America: Food animal*. Vol. 16, No.2, pp. 215-230
- Herd, T.H.**(2000). Ruminant adaptation to negative energy balance. *Veterinary Clinics: Food animal practice*. Vol.16, No. 2, pp. 215-230
- Huang, S., Czech, M.P.** (2007). The GLUT4 glucose transporter. *Cell Metabolism*. Vol. 5, No 4, pp. 237-252
- Huzzey, J.M., Duffield, T.F., LeBlanc, S.J., Veira, D.M., Weary, D.M., Von Keyserlingk, M.A.** (2009) Short communication: Haptoglobin as an early indicator of metritis. *Journal of Dairy Science*. Vol. 92, No. 2, pp. 621-625
- Jalakas, M., Kurõkin, J., Järv, E., Jaakma, Ü.** (2009). Holsteini lehmikute suguorganite kaasasündinud patoloogiad. – Konverentsi „Terve loom ja tervislik toit 2009“ kogumik. Tartu: Eesti Maaülikool
- Janovick, N.A., Boisclair, Y.R., Drackley, J.K.** (2011). Prepartum dietary energy intake affects metabolism and health during the periparturient period in primiparous and multiparous Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 94, No. 3, pp. 1385- 1400
- Jensen. L.E., Whitehead, A.S.** (1998). Regulation of serum amyloid A protein expression during the acute-phase response. *The Biochemical Journal*. Vol. 15, No. 334, pp. 489-503
- Johansson, I., Lindhé, B., Pirchner, F.** (1974). Causes of variation in the frequency of monozygous and dizygous twinning in various breeds of cattle. *Hereditas*. Vol.78, pp. 201-234
- Kandror, K.V.** (2003). A long search for gluta4 activation. *Science's STKE*. Vol, 2003, No, 169
- Karis, P.** (2015). Magistritöö—Ainevahetuslikud vastused glükoosi infusiooniline erinevas toitumuses eesti holsteini lehmadel. Eesti Maaülikool. Tartu, 2015
- Kask, K.** (2015). Praktiline veisekasvatus. (2015). / Koost. M.Oeselg. Olustvere: Olustvere Teenindus ja Maamajanduskool. 235 lk.

- Kay, R.M.** (1978). Changes in milk production, fertility and calf mortality associated with retained placentae or the birth of twins. *Vet. Rec.* Vol.102. pp. 477-479
- Kinsel, M.L., Etherington, W.G.** (1998). Factors affecting reproductive performance in Ontario dairy herds. *Theriogenology*. Vol. 50, No. 8, pp. 1221-1238
- Konigsson, K., Savoini, G., Invernizzi, G., Prandi, A., Kindahl, H., Veronesi, M.C.** (2008). Energy balance, leptin, NEFA and IGF-I plasma concentrations and resumption of post partum ovarian activity in Swedish Red and White breed cows. *Acta veterinaria Scandinavica*.
- Koster, J.** (2016). Influence of body condition score of dairy cows at the end of pregnancy on peripheral tissue insulin response and metabolic properties of adipose tissue. Ghent University. Faculty of Veterinary Medicine
- Kulick, L.J., Bergfelt, D.R., Kot, K., Ginther, O.J.** (2001). Follicle selection in cattle: follicle deviation and codominance within sequential waves. *Biology of reproduction*. Vol. 65, No. 3, pp. 839-846
- Kõrgetoodanguliste lehmade sigivusprobleemid. (2006) Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontroll AS infoleht, september 2006.
<https://www.jkkeskus.ee/jkk/piimaveised/piimaveiste-j%C3%B5udluskontrolli-kasulik-teave/k%C3%B5rgetoodanguliste-lehmade-sigivusprobleemid-september-2006.html>
 (vaadatud 24.05.2018)
- Lavery, K., Gabler, C., Day, J., Killian, G.** (2004). Expression of heptoglobin mRNA in the liver and oviduct during the oestrous cycle of cows (*Bos taurus*). *Journal of Dairy Science*. Vol. 84, No. 1-2, pp. 13-26
- LeBlanc, S.J., Leslie, K.E., Duffield, T.F.** (2005). Metabolic predictors of displaced abomasum in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. Vol. 88, No. 1, pp. 159-170
- Leslie, K., Duffield, T., LeBlanc, S.** (2003). Monitoring and managing energy balance in the transition dairy cow. *Journal of Dairy science* 86.
https://www.researchgate.net/publication/254247327_Monitoring_and_Managing_Energy_Balance_in_the_Transition_Dairy_Cow (vaadatud 24.05.2018)
- López-Gatius, F., Andreu-Vazquez, C., Mur-Novales, R., Cabrera, V.E., Hunter, R.H.F.** (2017). The dilemma of twin pregnancies in dairy cattle. A review of practical prospect. – *Livestock Science*. Vol.197, pp. 12-16

- Lucy, M.C.** (no data). Mechanisms linking postpartum metabolism with production in dairy cows. Division of Animal Sciences. University of Missouri. <http://dairy.ifas.ufl.edu/rns/2015/05.%20Lucy.pdf> (vaadatud 24.05.2018)
- Mallard, B.A., Dekkers, J.C., Ireland, M.J., Leslie, K.E., Sharif, Vankampen, C.L., Wilkie, B.N.** (1998). Alternation in immune responsiveness during the peripartum period and its ramification on dairy cow and calf health. *Journal of Dairy Science*. Vol.81, No. 2, pp. 585-595
- Markusfeld, O.** (1987). Periparturient Traits in Seven High Dairy Herds. Incidence Rates, Association with Parity, and Interrelationships Among Traits. *Journal of Dairy Science*. Vol. 70, No. 1, pp. 158-156
- Meikle, A., Kulcsar, M., Chilliard, Y., Febel, H., Delavaud, C., Cavestany, D., Chilbroste, P.** (2004). Effects of parity and body condition at parturition on endocrine and reproductive parameters of the cow. *Reproduction*. Vol. 127, pp. 727-737
- Mukesh, M., Bionaz, M., Graugnard, D.E., Drackley, J.K., Loo, J.J.** (2010). Adipose tissue deposits of Holstein cows are immune responsive: Inflammatory gene expression in vitro. *Domestic Animal Endocrinology*. Vol. 38, No. 3, pp. 168-178
- Molenaar, A.J., Harris, D.P., Rajan, G.H., Pearson, M.L., Callaghan, M.R., Sommer, L., Farr, V.C., Oden, K.E., Miles, M.C., Petrova, R.S., Good, L.L, Singh, K., McLaren, R.D., Prosser, C.G., Kim, K.S., Wieliczko, R.J., Dines, M.H., Johannessen, K.M., Grigor, M.R., Davis, S.R., Stelwagen, K.** (2009). The acute-phase protein serum amyloid A3 is expressed in the bovine mammary gland and plays a role in host defence. *Biomarkers: biochemical indicators of exposure, response, and susceptibility to chemicals*. Vol. 14, No. 1, pp. 26-37
- Morales Piñeyrúa, J.T., Fariña, S.F., Mendoza, A.** (2018). Effects of parity on productive, reproductive, metabolic and hormonal responses of Holstein cows. *Animal Reproduction Science*. Vol. 191, pp. 9-21
- Nagvi, S.A., DeBuck, J., Dufour, S., Karkema, H.M.** (2018). Udder health in Canadian dairy heifers during early lactation. *Journal of Dairy Science*. Vol. 101, No. 4, pp. 3233-3247

- Ospina, P.A., Nydam, D.V., Stokol, T., Overton, T.R.** (2010). Association of elevated nonesterified fatty acids and B-hydroxybutyrate concentrations with early lactation reproductive performance and milk production in transition dairy cattle in the northeastern United States. *Journal of Dairy Science*. Vol. 93, No. 4, pp. 1596-1603
- Overton, T.R., Waldron, M.R.** (2004). Nutritional management of transition dairy cows: Strategies to optimize metabolic health. *Journal of Dairy Science*. Vol. 87, pp. E105- E119
- Patton, J., Kenny, D.A., McNamara, S., Mee, J.F., O'Mara, F.P., Diskin, M.G., Murphy, J.J.** (2007). Relationships among milk production, energy balance, plasma analytes, and reproduction in Holstein-Friesian cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 90, No. 2, pp. 649-658
- Pires, J.A.A., Delavaud, C., Faulconnier, Y., Pomies, D., Chillard, Y.** (2013). Effects of body condition score at calving on indicators of fat and protein mobilization of periparturient holstein-friesian cows. *Journal of Animal Science*. Vol. 96, No. 10, pp. 6423-6439
- Roche, J. R., J. K. Kay, N. C. Friggens, J. J. Looor, and D. P. Berry.** (2013). Assessing and managing body condition score for the prevention of metabolic disease in dairy cows. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 29:323-336.
- Roche, J.R., Friggens, N.C., Kay, J.K, Fisher, M.W., Stafford, K.J., Berry, D.P.** (2009). Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal of Dairy Science*. Vol. 92, No. 12, pp. 5769-5801
- Ruprecht, G., Adrien M.L., Larriestra, A., Meotti, O., Batista, C., Meikle, A., Noro, M.**(2018). Metabolic predictors of peri-partum diseases and their association with parity in dairy cows. *Research in Veterinary Science*. Vol. 118, pp. 191-198
- Sawa, A., Bogucki, M., Krezel-Czopek, S.** (2012). Reproduction performance of cows with single, twin and triplet calves. - *Acta Veterinaria Brno*. Vol. 81, pp. 347- 352
- Sawa, A., Bogucki, M., Glowska, M.** (2015). Effect of single and multiple pregnancies on performance of primiparous and multiparous cows. – *Archives Animal Breeding*. Vol. 58, pp. 43-48
- Sawa, A., Bogucki, M., Krezel-Czopek, S.** (2012). Reproduction performance of cows with single, twin and triplet calves. *Journal of the University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences in Brno*. Vol. 81, pp. 347-352
- Seifi, H.A., LeBlanc, S.J., Leslie, K.E., Duffield, T.F.** (2011). Metabolic predictors of post-partum disease and culling risk in dairy cattle. *The Veterinary Journal*. Vol. 188, No. 2, pp. 216-220

- Silva Del Rio, N., Stewart, S., Rapnicki, P., Chang, Y.M., Fricke, P.M.** (2007). An observational analysis of twin birth, calf sex ratio, and calf mortality in holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. Vol. 90, No.3, pp. 1255-1264
- Silva-del-Rio, N., Fricke, P.M., Grummer, R.R.** (2010). Effects of twin pregnancy and dry period feeding strategy on milk production, energy balance, and metabolic profiles in dairy cows. *Journal of Animal Science*. Vol. 88, No. 3, pp. 1048-1060
- Simoes, P.B.A., Campbell, M., Viora, L., Gibbons, J., Geraghty, T.E., Eckersall, P.D., Zadoks, R.N.** (2018). Pilot study into milk haptoglobin as an indicator of udder health in heifers after calving. *Research in veterinary science*. No. 116, pp. 83-87
- Sprecher, D. J., D. E. Hostetler, and J. B. Kaneene.** (1997). A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology* 47(6):1179-1187.
- Taylor, V.J., Cheng, Z., Pushpakumara, P.G., Beever, D.E., Wathes, D.C.** (2004). Relationships between the plasma concentrations of insulin-like growth factor-I in dairy cows and their fertility and milk yield. *The Veterinary Record*. Vol. 155, No. 19, pp- 583-588
- Valdmann, M., Kurykin, J., Kaart, T., Mällo, G.K., Waldmann, A.** (2018). Relationships between plasma insulin-like growth factor-1 and insulin concentrations in multiparous dairy cows with cytological endometritis. *Veterinary Records*
- Valdmann, A., Kaart, T., Kurõkin, J., Mällo, G.-K., Valdmann, M.** (2015). Lüksilehmade sagedamini esinevate haiguste ja tervist peegeldavate parameetrite riskihinnangud, nende mõju loomade karjas püsimise edukusele, prakeerimis põhjustele ja tiinestumisele (26.01.2011-1.12.2014). Eesti Maaülikool. Eesti Maaülikool, Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut
- Valdmann, M., Valdmann, Kurõkin, J., Mällo, G.-K.** (2011). Poegimisjärgse endometriidi tsütoloogiline diagnoosimine lüksilehmadele- Eesti Loomaarstlik Ringvaade, 2:2-6.
- Van Knegsel, A.T, Van den Brand, H., Dijkstra, J., Van Straalen, W.M., Jorritsma, R., Tamminga, S., Kemp, B.** (2007). Effect of glucogenic vs. lipogenic diets on energy balance, blood metabolites, and reproduction in primiparous and multiparous dairy cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*. Vol. 90, No. 7, pp. 3397-3409

- Wakchaure, R., Ganguly, S.** (2016). Twinning in cattle: A review. *ARC Journal of Gynecology and Obsetrics*. Vol. 1, No. 4, pp. 1-3
- Waldmann, A.** (1999). Monoclonal antibodies to progesterone: characterization and selection for enzyme immunoassay in bovine milk. *Hybridoma* 18(3):289-296.
- Wathes, D.C., Cheng, Z, Bourne, N., Taylor, V.J., Coffey, M.P., Brotherstone, S.** (2007). Differences between primiparous and multiparous dairy cows in the inter- relationships between metabolic traits, milk yield and body condition score in the periparturient period. *Domestic animal endocrinology*. Vol. 33, No. 2, pp. 203-225
- Wilson, D.** (2012). Insulin. *Clinical Veterinary Advisor- The horse*. Saunders- 2011
- Wiltbank, M.C., Fricke,P.M., Sangsritavong, S., Sartori, R., Ginther, O.J.** (2000). Mechanisms that prevent and produce double ovulations in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. Vol. 83, No. 12, pp. 2998-3007

ENDOCRINE AND METABOLIC PROFILES AND REPRODUCTIVE PERFORMANCE IN COWS CALVING TWINS OR SINGLETONS

SUMMARY

The aim of the master's thesis was to ascertain the differences of the endocrine and metabolic profiles of twin- and single-calved cows and the impact these differences have on fertility.

The research was carried out in a production farm with 1200 dairy cows; 119 Estonian Holstein dairy cows who had calved multiple times were studied. The study compared health and fertility measures and metabolic and endocrine profiles of twin-calved cows ($n = 8$) with the corresponding measures of single-calved ($n = 111$) cows.

The twin-calved cows studied for the master's thesis experienced a more severe pre- and postpartum NEB. This statement was well supported by the measuring of the profiles of metabolites and metabolic hormone concentrations in the blood plasma of the cows. Before calving the amount of NEFA in the blood plasma of twin-calved cows was higher ($P = 0.005$), this can directly be linked to fertility and the mobilisation of body fats prior to calving. The concentrations of BHB in the blood of postpartum twin-calved cows were higher ($P = 0.020$), a fact that can directly be linked to metabolic diseases. It has been noted that NEB reduces the immunity of cows and makes them more receptive to diseases. Due to NEB, the immunity of twin-calved cows is weaker and due to calving twins they more frequently damage their uterine lining. As all cows contaminate their uteri 100% with bacteria during or after calving, the weakened immune function of twin-calved cows added to the damaged lining of the uterus is bound to make the cows highly receptive to inflammations of the uterus.

The single-calved cows had higher blood plasma insulin before calving ($P = 0.012$). The level of insulin in blood plasma is a good source of information for prepartum feeding. The single-calved cows also had more IGF-1 in their blood plasma ($P = 0.028$). The insulin-like growth factor-1 is directly linked to reproduction and fertility and has a big role in providing immunity. The cows who are well-fed after calving and whose need of energy has been covered have a higher level of IGF-1 in blood plasma which complements their immunity and makes them less receptive to diseases.

Measuring haptoglobin in blood plasma gives important information on the inflammatory response in an organism. Twin-calved cows have a tendency for a higher Hp in blood plasma ($P = 0.072$). Haptoglobin can be linked to fatty liver disease and metritis. Measuring albumin in blood plasma also provides information on liver functions and fatty liver disease. The single-calved cows showed a higher level of albumin in blood plasma ($P = 0.047$).

This master's thesis showed that 100% of twin-calved cows and 51.4% of single-calved cows were suffering from some diseases. The most common disease was uterine inflammation. Uterine inflammatory diseases – metritis, purulent vaginal discharge, and cytological endometritis were more common in twin-calved cows when compared to single-calved cows (87.5% vs. 46.0%: $P = 0.03$). Higher incidence of uterine inflammatory diseases in twin-calved cows explains at least partially the lower fertility of twin-calved cows when compared to single-calved cows.

Due to the fact that this master's thesis studied the reproductive aspects of twin-calved and single-calved cows common in Estonia, several questions arose that could be studied in succeeding studies:

- what is the procedure following the diagnosis of twin calves;
- how to manage cows that have been diagnosed with twin calves.

Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Magnus Järve

Sünniaeg 30.05.1993

1. Annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö
„Üksik- või kaksikvasika sünnitanud lehmade endokriinsed ja ainevahetuslikud
profiilid ja sigivus“
„Endocrine and metabolic profiles and reproductive performance in cows calving twins
or singletons“
 - 1.1. Salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
 - 1.2. Digiarhiivi Dspace lisamiseks ja
 - 1.3. Veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks
Kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
2. Olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;
3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega
isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____
(allkiri)

Tartu, _____
(kuupäev)

Juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)